

PCT

世界知的所有権機関  
国際事務局

国際調査報告書

特許協力条約に基づいて公開された国際出願  
「上げられた  
文庫」

計10件

(51) 国際特許分類6  
H01L 21/027, G03F 7/20

A1

(11) 国際公開番号

WO99/45580

(43) 国際公開日

1999年9月10日(10.09.99)

(21) 国際出願番号 PCT/JP99/01054

(22) 国際出願日 1999年3月4日(04.03.99)

(30) 優先権データ  
特願平10/73346 1998年3月6日(06.03.98) JP(71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について)  
株式会社 ニコン(NIKON CORPORATION)[JP/JP]  
〒100-0005 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 Tokyo, (JP)

(72) 発明者 ; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ)

高橋哲男(TAKAHASHI, Tetsuo)[JP/JP]  
〒100-0005 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号  
株式会社 ニコン内 Tokyo, (JP)

(74) 代理人

弁理士 井上義雄, 外(INOUE, Yoshio et al.)  
〒103-0027 東京都中央区日本橋3丁目1番4号  
画廊ビル3階 Tokyo, (JP)

(81) 指定国 JP, KR, US, 欧州特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE)

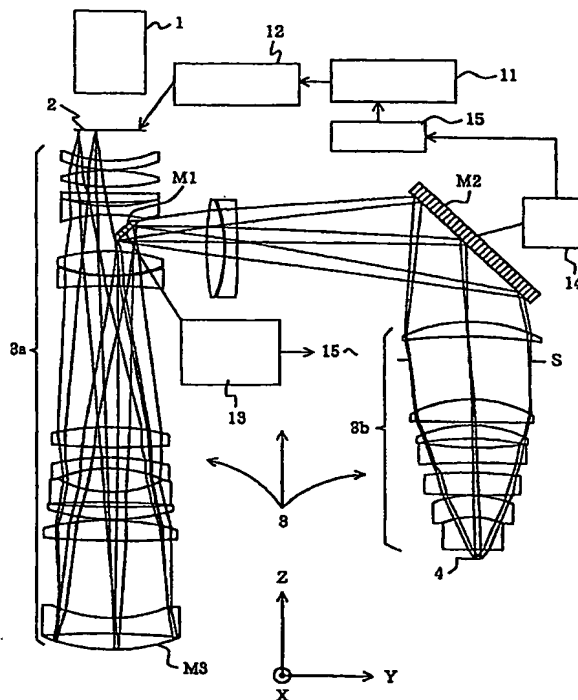
添付公開書類  
国際調査報告書

(54)Title: EXPOSURE DEVICE AND METHOD OF MANUFACTURING SEMICONDUCTOR DEVICE

(54)発明の名称 露光装置および該装置を用いた半導体デバイスの製造方法

## (57) Abstract

The relative position between a mask and a wafer is adjusted any time even during an exposure process depending on a displacement of a pattern image due to a change in position of reflectors. Detectors (13, 14) detect the displacements of reflectors (M1, M2) from their respective reference positions. Based on the detected displacements, an arithmetic system (15) determines a corrective quantity for at least either a photosensitive substrate (4) or a mask for effectively positioning the photosensitive substrate relative to the pattern image formed out of place. At least either the mask or the photosensitive substrate is moved according to the determined corrective quantity.



(57)要約

反射部材の位置変動に起因するパターン像の移動に応じてマスクとウエハとの位置合わせを露光中においても随時行う。

反射部材M1、M2の基準位置からの変動量を検出するための検出系13、14と、検出した変動量に基づいて、基準結像位置から移動した状態で形成されるパターン像と感光性基板4とを実質的に位置あわせするためのマスクおよび感光性基板の少なくとも一方に関する補正量を求めるための演算系15とを備えている。そして、求めた補正量に基づいて、マスクおよび感光性基板のうちの少なくとも一方を移動させる。

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に掲載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード(参考情報)

AE	アラブ首長国連邦	DM	ドミニカ	KZ	カザフスタン	SD	スーダン
AL	アルバニア	EE	エストニア	LC	セントルシア	SE	スウェーデン
AM	アルメニア	ES	スペイン	LI	リヒテンシュタイン	SG	シンガポール
AT	オーストリア	FI	フィンランド	LK	スリランカ	SI	スロヴェニア
AU	オーストラリア	FR	フランス	LR	リベリア	SK	スロヴァキア
AZ	アゼルバイジャン	GA	ガボン	LS	レソト	SL	シエラ・レオネ
BA	ボスニア・ヘルツェゴビナ	GB	英国	LT	リトアニア	SN	セネガル
BB	バルバドス	GD	グレナダ	LU	ルクセンブルグ	SZ	スワジランド
BE	ベルギー	GE	グルジア	LV	ラトヴィア	TD	チャード
BF	ブルキナ・ファソ	GH	ガーナ	MC	モナコ	TG	トーゴ
BG	ブルガリア	GM	ガンビア	MD	モルドヴァ	TJ	タジキスタン
BJ	ベナン	GN	ギニア・ビサウ	MG	マダガスカル	TZ	タンザニア
BR	ブラジル	GW	ギニア・ビサウ	MK	マケドニア旧ユーゴスラヴィア	TM	トルクメニスタン
BY	ベラルーシ	GR	ギリシャ		共和国	TR	トルコ
CA	カナダ	HR	クロアチア	ML	マリ	TT	トリニダード・トバゴ
CF	中央アフリカ	HU	ハンガリー	MN	モンゴル	UA	ウクライナ
CG	コンゴ	ID	インドネシア	MR	モーリタニア	UG	ウガンダ
CH	スイス	IE	アイルランド	MW	マラウイ	US	米国
CI	コートジボワール	IL	イスラエル	MX	メキシコ	UZ	ウズベキスタン
CM	カメルーン	IN	インド	NE	ニジェール	VN	ヴェトナム
CN	中国	IS	アイスランド	NL	オランダ	YU	ユーゴスラビア
CR	コスタ・リカ	IT	イタリア	NO	ノルウェー	ZA	南アフリカ共和国
CJ	キューバ	JP	日本	NZ	ニュージーランド	ZW	ジンバブエ
CY	キプロス	KE	ケニア				
CZ	チェコ	KG	キルギスタン	PL	ポーランド		
DE	ドイツ	KP	北朝鮮	PT	ポルトガル		
DK	デンマーク	KR	韓国	RO	ルーマニア		
				RU	ロシア		

## 明 細 書

## 露光装置および該装置を用いた半導体デバイスの製造方法

## 技術分野

- 5      本発明は露光装置および該装置を用いた半導体デバイスの製造方法に関し、特に反射部材を含む反射屈折型の投影光学系を搭載した投影露光装置におけるマスクとウエハとの位置合わせに関する。

## 背景の技術

- 10      従来より、半導体素子や液晶表示素子等をリソグラフィ工程で製造する際に投影露光装置が使用されているが、半導体技術の進展は近年ますます速度を増しており、それに伴って微細加工技術の進展も著しい。たとえば随時書き込み読み出しの可能なメモリすなわちDRAM

- (Dynamic Random Access Memory) のような半導体デバイスでは、16  
15      MビットDRAMが現在のところ主流であるが、256MビットDRAMの領域まで集積度を高めるための開発が行なわれている。

- そして、半導体デバイスの集積化に伴って、露光波長も現在主流のi線(365nm)から、さらに短波長化が進められている。すなわち、KrFエキシマレーザー(発振波長248nm)が既に実用化され、  
20      さらにArFエキシマレーザー(発振波長193nm)についても実用化のための開発が行なわれている。

- 露光波長の短波長化が進むと、光学材料の透過率が低下するので、たとえば投影光学系に対して使用可能な光学材料の種類は著しく制限される。その結果、屈折型の投影光学系を搭載した従来主流の露光装置では、  
25      投影光学系の軸上色収差が比較的大きくなるという不都合がある。

これに対し、反射屈折型の投影光学系を搭載した露光装置では、少な

い種類の光学材料でも投影光学系の軸上色収差を良好に抑えることが可能である。しかしながら、反射屈折型の投影光学系では、その光軸が直線状に延びることなく反射部材により折り曲げられるため、反射部材の位置変動に起因するマスクパターン像の変動（像の位置ずれや像の回転  
5 ずれ）が屈折型の投影光学系よりもはるかに発生し易いという不都合がある。なお、屈折型の投影光学系とは、反射部材を含むことなくレンズのような屈折系を含む投影光学系であり、反射屈折型の投影光学系とは、少なくとも1つの反射部材とレンズのような屈折系とを含む投影光学系である。

- 10 特開昭63-41023号公報や特開平7-22350号公報には、反射屈折型の投影光学系を搭載した露光装置におけるマスクとウエハ（感光性基板）との位置合わせシステムが開示されている。これらの公報に開示された露光装置では、マスクとウエハとの間の光路中にハーフプリズムのようなビームスプリッターが付設され、このハーフプリズム  
15 にアライメント光を入射させてマスクとウエハとの相対位置を測定する。

- また、特開平5-21314号公報には、屈折型の投影光学系に対してマスクおよびウエハを相対移動させながらウエハの各露光領域にマスクパターンを転写する走査型（ステップ・アンド・スキャン方式）の露光装置において、ウエハステージ上に形成された基準マークを利用して  
20 マスクとウエハとの相対位置を露光に先立ってあらかじめ測定する方法が開示されている。

- 特開昭63-41023号公報や特開平7-22350号公報に開示された露光装置では、マスクとウエハとの間の光路中にハーフプリズムが付設されている。すなわち、マスクとウエハとの間の光路中には、投  
25 影光学系の構成に必要不可欠ではないハーフプリズムが余分に配置されている。したがって、付設されたハーフプリズムが、投影光学系の光学

性能に悪影響を与え易い。また、ハーフプリズムの製造後にその光分離面（すなわち波面分割面）を補正することができないため、投影光学系の光学性能に悪影響を与えないようにするにはハーフプリズムの製造に対して過度の精度が要求されることになる。

- 5      一方、特開平 5 - 2 1 3 1 4 号公報に開示された露光装置では、ウエハステージ上に形成された基準マークを利用してマスクとウエハとの相対位置を露光に先立ってあらかじめ測定している。すなわち、マスクとウエハとの相対位置を露光中に随時測定することはできない。したがって、反射屈折型の投影光学系を搭載した露光装置に対してこの公報に開示の位置合わせシステムを適用した場合、投影光学系中の反射部材の位置が露光中に変動してマスクパターン像が基準結像位置から位置ずれや回
- 10      転ずれを起こしても、このマスクパターン像の位置ずれや回転ずれに応じて投影光学系に対するマスクとウエハとの位置合わせを露光中に随時行うことはできない。

15

#### 発明の開示

- 本発明は、前述の課題に鑑みてなされたものであり、マスクとウエハとの間の光路中に余分な光学部材を介在させることなく、反射屈折型の投影光学系中に配置された反射部材の位置変動に起因するマスクパター
- 20      ン像の位置ずれや回転ずれに応じてマスクとウエハとの位置合わせを露光中においても随時行うことのできる露光装置および該装置を用いた半導体デバイスの製造方法を提供することを目的とする。

前記課題を解決するために、本発明の第 1 発明では、所定のパターンが形成されたマスクを照明するための照明光学系と、

- 25      前記マスク上の前記パターンの像を少なくとも 1 つの反射部材を介して感光性基板に投影するための投影光学系と、

前記少なくとも1つの反射部材の基準位置からの変動量を検出するための検出系と、

前記検出系で検出された前記変動量に基づいて、基準結像位置から移動した状態で形成される前記パターン像と前記感光性基板とを実質的に位置合わせするための前記マスクおよび前記感光性基板の少なくとも一方に関する補正量を求めるための演算系と、

前記演算系で求められた前記補正量に基づいて、前記マスクおよび前記感光性基板のうちの少なくとも一方を移動させるための移動系とを備えていることを特徴とする露光装置を提供する。

- 10 第1発明の好ましい態様によれば、前記演算系は、前記検出系で検出された前記変動量に基づいて前記パターン像の前記基準結像位置からの位置ずれ量および回転ずれ量を求め、該位置ずれ量および前記回転ずれ量を実質的に補正するのに必要な前記マスクの補正量を求め、前記移動系は、前記演算系で求められた前記補正量に基づいて前記マスクのみを
- 15 移動させる。あるいは、前記演算系は、前記検出系で検出された前記変動量に基づいて前記パターン像の前記基準結像位置からの位置ずれ量および回転ずれ量を求め、該位置ずれ量および前記回転ずれ量の少なくとも一方が生じた状態で形成される前記パターン像に対して前記感光性基板を実質的に位置合わせするのに必要な前記感光性基板の補正量を求め、
- 20 前記移動系は、前記演算系で求められた前記補正量に基づいて前記感光性基板のみを移動させる。あるいは、前記演算系は、前記検出系で検出された前記変動量に基づいて前記パターン像の前記基準結像位置からの位置ずれ量および回転ずれ量を求め、該位置ずれ量および前記回転ずれ量のうちの一方を実質的に補正するのに必要な前記マスクの補正量を求め、
- 25 前記位置ずれ量および前記回転ずれ量のうちの他方が生じた状態で形成される前記パターン像に対して前記感光性基板を実質的に位置合

せするのに必要な前記感光性基板の補正量を求め、前記移動系は、前記演算系で求められた前記マスクの補正量および前記感光性基板の補正量に基づいて、前記マスクおよび前記感光性基板を移動させる。

また、本発明の第2発明では、マスク上に設けられたパターンの像を  
5 少なくとも1つの反射部材を有する投影光学系を経由させてワークピース上に投影露光する露光方法であって、

前記少なくとも1つの反射部材の基準位置からの変動量を検出する検出工程と、

前記検出工程で検出された前記変動量に基づいて、基準結像位置から  
10 移動した状態で形成される前記パターン像と前記感光性基板とを実質的に位置合わせするための前記マスクおよび前記感光性基板の少なくとも一方に関する補正量を求める演算工程と、

前記演算工程で求められた前記補正量に基づいて、前記マスクおよび前記感光性基板のうちの少なくとも一方を移動させ、前記投影光学系に  
15 対する前記マスクと前記感光性基板との位置合わせを行う位置合わせ工程と、

前記位置合わせ工程により前記投影光学系に対して前記マスクと前記感光性基板とを位置合わせした状態において前記照明光学系により前記マスクを照明し、前記マスクのパターンを前記投影光学系を介して前記  
20 感光性基板に露光する露光工程とを含むことを特徴とする露光方法を提供する。

また、第2発明の好ましい態様によれば、前記検出工程、前記演算工程および前記位置合わせ工程を、前記露光工程に先立って行うことが好ましい。また、前記検出工程、前記演算工程および前記位置合わせ工程  
25 を、前記露光工程中において随時行うことが好ましい。また、前記少なくとも1つの反射部材の基準位置からの変動量に関して、許容される量

であるか否かを判断する判断工程をさらに含み、許容されない量である場合には前記演算工程および前記位置合わせ工程を行うことが好ましい。また、前記少なくとも1つの反射部材の基準位置からの変動量に関して、許容される量であるか否かを判断する判断工程をさらに含み、許容されない量である場合には、前記変動量に関する情報を表示することが好ましい。また、前記演算工程では、前記検出工程で検出された前記変動量に基づいて求められる前記パターン像の前記基準結像位置からの移動量と、前記マスクを保持し且つ前記投影光学系に対して移動可能なマスクステージの位置情報と、前記感光性基板を保持し且つ前記投影光学系に対して移動可能な基板ステージの位置情報とに基づいて、前記投影光学系に対して前記マスクと前記感光性基板とを実質的に位置合わせするのに必要な前記マスクおよび前記感光性基板の少なくとも一方に関する補正量を求めることが好ましい。

なお、第1発明および第2発明において、前記少なくとも1つの反射部材は、パワー（屈折力）を有しない反射鏡であることが好ましい。

#### 図面の簡単な説明

第1図は、本発明の第1実施例にかかる露光装置の構成を概略的に示す図である。

第2図は、第1図の第1反射ミラーM1がZ軸の時計回りに基準位置から回転変動する様子を示す図である。

第3図は、第1反射ミラーM1が回転変動したときの露光フィールドEFの全体移動や像点P1およびP2の移動を示す図である。

第4図は、第1図の第2反射ミラーM2がY軸の時計回りに基準位置から回転変動する様子を示す図である。

第5図は、第2反射ミラーM2が回転変動したときの露光フィールド



E F の全体移動や像点 P 1 および P 2 の移動を示す図である。

第 6 A, 6 B 及び 6 C 図は、反射ミラーの回転変動角を検出する検出系の具体的な構成を概略的に示す斜視図である。

第 7 図は、本発明の露光装置を用いてウエハ上に所定の回路パターン  
5 を形成するための各工程を説明するフローチャートである。

第 8 図は、本発明の第 2 実施例にかかる露光装置の構成を概略的に示す図である。

第 9 図は、第 8 図で図示を省略したマスクステージおよびマスクステージ計測系の構成を概略的に示す上面図である。

10 第 10 図は、第 8 図で図示を省略したウエハステージおよびウエハステージ計測系の構成を概略的に示す上面図である。

第 11 図は、本発明の第 3 実施例にかかる露光装置の構成を概略的に示す図である。

15 第 12 図は、本発明の第 4 実施例にかかる露光装置の構成を概略的に示す図である。

## 実施形態

本発明では、投影光学系中に配置された反射部材の基準位置からの変動量に基づいて、基準結像位置から移動した状態で形成されるパターン  
20 像と感光性基板とを実質的に位置合わせするためのマスクおよび感光性基板の少なくとも一方に関する補正量を求める。そして、求めた補正量に基づいてマスクおよび感光性基板のうちの少なくとも一方を移動させることによって、パターン像と感光性基板との実質的な位置合わせを行う。なお、本明細書において「基準結像位置」とは、反射部材が基準位  
25 置に位置している状態において投影光学系を介して形成されるパターン像の位置である。

具体的には、反射部材の基準位置からの変動量に基づいて、パターン像の基準結像位置からの位置ずれ量および回転ずれ量を求め、この位置ずれ量および回転ずれ量を実質的に補正するのに必要なマスクの補正量を求める。そして、求めた補正量に基づいてマスクのみを移動させることによって、パターン像の位置ずれおよび回転ずれを実質的に補正し、パターン像と感光性基板との実質的な位置合わせを行うことができる。

また、反射部材の基準位置からの変動量に基づいて、パターン像の基準結像位置からの位置ずれ量および回転ずれ量を求め、パターン像の基準結像位置からの位置ずれ量および回転ずれ量を求め、この位置ずれ量および回転ずれ量の少なくとも一方が生じた状態で形成されるパターン像に対して感光性基板を実質的に位置合わせするのに必要な感光性基板の補正量を求める。そして、求めた補正量に基づいて感光性基板のみを移動させることによって、基準結像位置から移動した状態で形成されたパターン像に対して感光性基板を実質的に位置合わせし、パターン像と感光性基板との実質的な位置合わせを行うことができる。

さらに、反射部材の基準位置からの変動量に基づいて、パターン像の基準結像位置からの位置ずれ量および回転ずれ量を求め、この位置ずれ量および回転ずれ量のうちの一方を実質的に補正するのに必要なマスクの補正量を求め、位置ずれ量および回転ずれ量のうちの他方が生じた状態で形成されるパターン像に対して感光性基板を実質的に位置合わせするのに必要な感光性基板の補正量を求める。そして、求めたマスクの補正量に基づいてマスクを移動させてパターン像の位置ずれ（回転ずれ）だけを実質的に補正するとともに、求めた感光性基板の補正量に基づいて感光性基板を移動させて基準結像位置から回転ずれ（位置ずれ）した状態で形成されたパターン像に対して感光性基板を実質的に位置合わせすることによって、パターン像と感光性基板との実質的な位置合わせを

行うことができる。

5 以上のように、本発明では、マスクと感光性基板であるウエハとの間の光路中に余分な光学部材を介在させることなく、反射屈折型の投影光学系中に配置された反射部材の位置変動に起因するパターン像の位置ずれや回転ずれに応じてマスクとウエハとの位置合わせを露光中においても随時行うことができる。その結果、露光中に反射部材の位置が変動してパターン像の位置ずれや回転ずれが起こっても、マスクとウエハとの位置合わせを露光中に随時行うことにより、常に良好な位置合わせ状態において良好な半導体デバイスを製造することができる。

10 本発明の実施例を、添付図面に基づいて説明する。

第1図は、本発明の第1実施例にかかる露光装置の構成を概略的に示す図である。第1実施例では、反射屈折型の投影光学系に対してマスクおよびウエハを相対移動させながらスキャン露光によりウエハの各露光領域にマスクパターンを転写する走査型の投影露光装置に本発明を適用している。

第1図では、投影光学系3のマスク側部分3aの光軸AXaに平行にZ軸が、Z軸に垂直な面内において第1図の紙面に平行にY軸が、Z軸に垂直な面内において第1図の紙面に垂直にX軸がそれぞれ設定されている。

20 第1図の露光装置は、転写すべき所定のパターンが形成されたマスク2を均一に照明するための照明光学系1を備えている。照明光学系1では、たとえばArFエキシマレーザ光源から射出された光がフライアイレンズを介して多数の光源像からなる二次光源を形成し、この二次光源からの光がコンデンサーレンズを介して集光されマスク2に向かって射出される。こうして、照明光学系1からの射出光によりマスク2が重畳的に均一照明される。なお、照明光学系1からの射出光によりマスク2

上に形成される照野（照明領域）はX方向に沿って細長く延びた矩形形状を有し、その中心は投影光学系3のマスク側部分3aの光軸AXaに対して-Y方向に偏心している。

マスク2は、XY平面内においてマスクステージ（不図示）上に支持  
5 されている。マスクステージは、XY平面内において二次元的に移動可能なXYステージおよびZ軸回りに回転可能な回転ステージ等から構成されている。なお、マスクステージは、制御系11からの指令に基づいて駆動系12を介して駆動制御されるように構成されている。

マスク2のパターンを透過した光は、投影光学系3のマスク側部分3  
10 aを介して、-Z方向に沿って凹面鏡M3に入射する。凹面鏡M3で+Z方向に反射された光は、投影光学系3のマスク側部分3aの光路中に配置された第1反射ミラーM1に入射する。第1反射ミラーM1で+Y方向に反射された光は、2つのレンズ成分を介して、第2反射ミラーM2に入射する。第2反射ミラーM2で-Z方向に反射された光は、投影  
15 光学系3のウエハ側部分3bを介して、レジストのような感光材が塗布された感光性基板であるウエハ4に達する。

こうして、ウエハ4上には、マスク2のパターン像が形成される。なお、ウエハ4上に形成される露光フィールドは、マスク2上に形成される照野に対応してX方向に沿って細長く延びた矩形形状を有し、その中心は投影光学系3のウエハ側部分3bの光軸AXbに対して+Y方向に  
20 偏心している（後に説明する第3図を参照）。さらに具体的には、マスク2上に形成される照野とウエハ4上に形成される露光フィールドとは互いに相似形であり、その大きさおよび対応する光軸からの偏心距離は投影光学系3の投影倍率に依存している。

25 ウエハ4は、XY平面内においてウエハステージ上に支持されている。ウエハステージは、マスクステージと同様に、XY平面内において二次

元的に移動可能なX YステージおよびZ軸回りに回転可能な回転ステージ等から構成されている。

したがって、投影光学系3に対してマスク2およびウエハ4をY方向に沿って同期的に移動させながらスキャン露光を行うことにより、ウエハ4の1つの露光領域にマスクパターンを転写することができる。そして、ウエハ4をX Y平面内において二次元的に駆動制御しながら上述のスキャン露光を繰り返すことにより、いわゆるステップ・アンド・スキャン方式にしたがってウエハ4の各露光領域にマスクパターンを逐次転写することができる。

10 第1実施例では、投影光学系3中に配置された第1反射ミラーM1の基準位置からの変動量を検出するための第1検出系13と、第2反射ミラーM2の基準位置からの変動量を検出するための第2検出系14とを備えている。第1検出系13および第2検出系14の出力は、演算系15に供給される。演算系15では、第1検出系13で検出された第1反  
15 射ミラーM1の基準位置からの変動量と、第2検出系14で検出された第2反射ミラーM2の基準位置からの変動量とに基づいて、投影光学系3を介して形成されるパターン像の基準結像位置からの移動量すなわち位置ずれ量および回転ずれ量を求める。

次いで、演算系15では、求めた位置ずれ量および回転ずれ量に基づいて、パターン像の基準結像位置からの位置ずれおよび回転ずれを補正  
20 するのに必要なマスク2の補正量を求める。演算系15で求められた補正量情報は、制御系11に供給される。

制御系11は、演算系15から供給された補正量情報に基づいて、駆動系12を介してマスクステージを駆動制御する。こうして、マスク2  
25 が所要補正量だけ移動し、パターン像の基準結像位置からの位置ずれおよび回転ずれが補正される。その結果、パターン像とウエハ4との位置

合わせが行われる。

以下、さらに具体的な構成例に基づいて、第1実施例におけるマスク2とウェハ4との位置合わせについて説明する。

次の表(1)に、第1実施例の投影光学系3の諸元の値を掲げる。表  
 5 (1)の〔全体諸元〕において、NAは像側(ウェハ側)の開口数を、 $\beta$ は投影倍率をそれぞれ表している。また、表(1)の〔レンズ諸元〕において、第1カラムはマスク側(物体側)からのレンズ面の順番を、第2カラムのrはレンズ面の曲率半径( $\infty$ は平面を示す)を、第3カラムのdはレンズ面の間隔を、第4カラムのnはArFエキシマレーザ  
 10 の発振波長 $\lambda = 193.4 \text{ nm}$ に対する屈折率をそれぞれ示している。

(表1)

〔全体諸元〕

NA = 0.6

$\beta = 1/4$

15 〔レンズ諸元〕

	r	d	n	
	$\infty$	60.000		(マスク2)
	1 -210.000	18.000	1.56019	
	2 -233.058	1.734		
20	3 301.818	32.109	1.50138	
	4 -415.393	19.449		
	5 154862.242	15.248	1.56019	
	6 -528.109	5.460		
	7 -316.309	18.000	1.56019	
25	8 275.570	74.064		
	9 342.313	48.000	1.50138	

	10	-248.024	1.806	
	11	-250.000	20.000	1.56019
	12	3438.110	286.849	
	13	390.013	40.000	1.50138
5	14	-2017.162	22.849	
	15	421.041	20.000	1.56019
	16	230.317	47.916	
	17	-222.542	20.000	1.56019
	18	988.626	7.270	
10	19	-11949.023	27.617	1.50138
	20	-328.913	0.500	
	21	365.306	42.285	1.56019
	22	-1713.365	160.144	
	23	-283.704	30.000	1.56019
15	24	1076.349	30.701	
	25	-353.136	-30.701	
	26	1076.349	-30.000	1.56019
	27	-283.704	-160.144	
	28	-1713.365	-42.285	1.56019
20	29	365.306	-0.500	
	30	-328.913	-27.617	1.50138
	31	-11949.023	-7.270	
	32	988.626	-20.000	1.56019
	33	-222.542	-47.916	
25	34	230.317	-20.000	1.56019
	35	421.041	-22.849	

(凹面鏡M3)

	36	-2017.162	-40.000	1.50138	
	37	390.013	-286.849		
	38	3438.110	-20.000	1.56019	
	39	-250.000	-1.806		
5	40	-248.024	-48.000	1.50138	
	41	342.313	-4.064		
	42	$\infty$	180.000		(第1反射ミラーM1)
	43	506.214	34.041	1.50138	
	44	-256.332	3.017		
10	45	-250.000	20.000	1.56019	
	46	-1453.242	422.966		
	47	$\infty$	-150.000		(第2反射ミラーM2)
	48	-285.380	-30.000	1.56019	
	49	-954.824	-50.000		
15	50	$\infty$	-78.332		(開口絞りS)
	51	-220.000	-45.000	1.50138	
	52	-2665.536	-6.535		
	53	-200.000	-27.411	1.56019	
	54	-516.467	-18.844		
20	55	632.373	-30.000	1.56019	
	56	-1060.585	-19.112		
	57	-553.788	-45.000	1.56019	
	58	5823.302	-0.500		
	59	-153.299	-45.000	1.56019	
25	60	-120.000	-1.243		
	61	-125.615	-66.000	1.56019	



62      3036.218      -17.000

$\infty$

(ウエハ4)

まず、第2図に示すように、第1反射ミラーM1がZ軸の時計回りに基準位置から1''(1秒)だけ回転変動した場合について考える。この  
5 場合、第3図に示すように、投影光学系3のウエハ部分3bの光軸AX  
bに対してY方向に沿って+7mmだけ偏心してウエハ4上に形成され  
るべき露光フィールドEFがX方向に沿って $dX = +121 \text{ nm}$ だけ全  
体的に移動する。また、露光フィールドEFの中心から-X方向に沿っ  
て15mm離れた露光フィールドEFの端部像点P1はY方向に沿って  
10  $dY = -71 \text{ nm}$ だけ移動するとともにX方向に沿って $dX = -54 \text{ nm}$   
だけ移動する。さらに、露光フィールドEFの中心から+X方向に沿  
って15mm離れた露光フィールドEFの端部像点P2はY方向に沿っ  
て $dY = +71 \text{ nm}$ だけ移動するとともにX方向に沿って $dX = -54$   
 $\text{nm}$ だけ移動する。

15 次に、第4図に示すように、第2反射ミラーM2がY軸の時計回りに  
基準位置から1''だけ回転変動した場合について考える。この場合、第  
5図に示すように、投影光学系3を介してウエハ4上に形成される露光  
フィールドEFがX方向に沿って $dX = -794 \text{ nm}$ だけ全体的に移動  
する。また、露光フィールドEFの中心から-X方向に沿って15mm  
20 離れた露光フィールドEFの端部像点P1はY方向に沿って $dY = -7$   
 $4 \text{ nm}$ だけ移動するとともにX方向に沿って $dX = -23 \text{ nm}$ だけ移動  
する。さらに、露光フィールドEFの中心から+X方向に沿って15m  
m離れた露光フィールドEFの端部像点P2はY方向に沿って $dY = +$   
 $74 \text{ nm}$ だけ移動するとともにX方向に沿って $dX = -23 \text{ nm}$ だけ移  
25 動する。

したがって、第1反射ミラーM1がZ軸の時計回りに基準位置から1

''だけ回転変動するとともに第2反射ミラーM2がY軸の時計回りに基準位置から1''だけ回転変動すると、露光フィールドEFの全体移動量、像点P1の移動量および像点P2の移動量は、第3図および第5図における移動量の合成として次の表(2)に示す通りとなる。

5 (表2)

	d Y	d X
EFの全体移動量	0 nm	-673 nm
像点P1の移動量	-145 nm	-77 nm
像点P2の移動量	+145 nm	-77 nm

10

すなわち、第1反射ミラーM1がZ軸の時計回りに基準位置から1''だけ回転変動するとともに第2反射ミラーM2がY軸の時計回りに基準位置から1''だけ回転変動すると、投影光学系3を介して形成されるパターン像はX方向に沿って $dX = -673 \text{ nm}$ だけ位置ずれするとともにZ軸の時計回りに2''だけ回転ずれることがわかる。

上述したように、第1実施例では、パターン像の位置ずれおよび回転ずれを補正するようにマスク2のみを移動させることによって、パターン像とウエハ4との位置合わせを、ひいてはマスク2とウエハ4との位置合わせを行う。したがって、第1実施例の具体的構成例では、 $673 \text{ nm}$  (パターン像の位置ずれ量)  $\times 4$  (投影倍率の逆数)  $= 2692 \text{ nm}$  だけ+X方向に沿ってマスク2を移動させるとともに、パターン像の回転ずれ量と同じ角度すなわち2''だけZ軸の反時計回りにマスク2を回転させる。このように所要補正量に基づいてマスク2のみを移動させると、露光フィールドEFの全体移動量、像点P1の移動量および像点

25 P2の移動量は、表(3)に示すように補正される。

(表3)

	d Y	d X
E F の全体移動量	0 n m	0 n m
像点 P 1 の移動量	0 n m	- 9 n m
像点 P 2 の移動量	0 n m	- 9 n m

5

表（３）を参照すると、所要補正量に基づいてマスク 2 のみを移動させることにより、第 1 反射ミラー M 1 および第 2 反射ミラー M 2 の基準位置からの回転変動により発生したパターン像の位置ずれおよび回転ずれが良好に補正されることがわかる。なお、像点 P 1 および P 2 の移動  
 10 量に着目すると、Y 方向の成分 d Y が完全に補正され X 方向の成分 d X がわずかに残っているが、Y 方向の成分 d Y を若干悪化させることによって X 方向の成分 d X を小さくするような最適化を図ることもできる。

以上のように、第 1 実施例の具体的構成例では、第 1 検出系 1 3 が第 1 反射ミラー M 1 の Z 軸回りの回転変動角を検出し、第 2 検出系 1 4 が  
 15 第 2 反射ミラー M 2 の Y 軸回りの回転変動角を検出している。この場合、反射ミラーの回転変動角を検出する検出系に対して、たとえば第 6 A 図に示す構成を採用することができる。第 6 A 図において、第 1 検出系 1 3 や第 2 検出系 1 4 のような検出系は、検出対象である反射ミラー 6 1 の端面 6 1 a に斜めから光を照射するための照射部 6 2 と、反射ミラー  
 20 6 1 の端面 6 1 a からの反射光の受光位置を検出するための検出部 6 3 とで構成されている。検出部 6 3 は、反射ミラー 6 1 の端面 6 1 a からの反射光の受光位置に基づいて、反射ミラー 6 1 の回転変動角を検出する。検出部 6 3 からの検出信号は、演算系 1 5 へ供給される。

また、第 1 検出系 1 3 や第 2 検出系 1 4 は、第 6 B 図及び第 6 C 図に  
 25 示す構成を採用することもできる。第 6 B 図及び第 6 C 図に示す検出系では、照射部 6 2 は反射ミラー 6 1 の裏面 6 1 b に斜めから光を投射し、

反射ミラー 6 1 の裏面 6 1 b からの反射光の受光位置を検出部 6 3 で検出する。この変形例においては、第 6 B 図及び第 6 C 図に示す通り、2 組の検出系により、反射ミラー 6 1 の回轉變動及び位置ずれを検出している。1 組目の検出系は、第 6 B 図に示す如く、光源 6 2 1 及びこの光源 6 2 1 からの光をコリメートするレンズ 6 2 2 を有する照射部 6 2 B と、反射ミラーの裏面 6 1 b で反射された光を集光するレンズ 6 3 1 及びレンズ 6 3 1 の集光位置に配置された光電変換素子 6 3 2 を有する検出部 6 3 B とを備える。

2 組目の検出系は、光源 6 2 3 及びこの光源 6 2 3 からの光を反射ミラーの裏面 6 1 b 上で集光するレンズ 6 2 4 を有する照射部 6 2 C と、反射ミラーの裏面 6 1 b の集光点の像を形成するレンズ 6 3 3 及びレンズ 6 3 3 による像形成位置に配置された光電変換素子 6 3 4 を有する検出部 6 3 C とを備える。

ここで、検出部 6 3 B の光電変換素子 6 3 2 上での集光位置の位置ずれをモニタすることによって反射ミラー 6 1 の回転量を測定することが可能であり、検出部 6 3 C の光電変換素子 6 3 4 上での集光位置の位置ずれをモニタすることによって反射ミラーの裏面 6 1 b の法線方向に沿った位置ずれをモニタすることが可能となる。

なお、反射ミラー 6 1 の表面には、露光光の波長域に対して最適化された反射増加膜が蒸着されており、反射ミラー 6 1 の裏面 6 1 b には照射部 6 2 が発生する光の波長域（例えば可視光）に対して最適化された反射増加膜を蒸着することが好ましい。

演算系 1 5 では、第 1 検出系 1 3 で検出された第 1 反射ミラー M 1 の回轉變動角と第 2 検出系 1 4 で検出された第 2 反射ミラー M 2 の回轉變動角とに基づいて、パターン像の基準結像位置からの位置ずれ量および回転ずれ量を求める。次いで、演算系 1 5 では、求めたパターン像の位

置ずれ量および回転ずれ量に基づいて、このパターン像の位置ずれおよび回転ずれを実質的に補正するのに必要なマスク 2 の補正量を求める。演算系 1 5 で求められた補正量情報は、制御系 1 1 に供給される。制御系 1 1 は、演算系 1 5 から供給された補正量情報に基づいて、駆動系 1 2 を介してマスクステージを駆動制御する。こうして、マスク 2 が所要補正量だけ移動し、パターン像の基準結像位置からの位置ずれおよび回転ずれが実質的に補正される。その結果、パターン像とウエハ 4 との位置合わせが、ひいてはマスク 2 とウエハ 4 との位置合わせが良好に行われる。

- 10    以上のように、マスク 2 とウエハ 4 との位置合わせが完了すると、露光工程（フォトリソグラフィ工程）に移行する。第 7 図は、本発明の露光装置を用いてウエハ上に所定の回路パターンを形成するための各工程を説明するフローチャートである。

- 15    先ず、第 7 図のステップ 7 1 において、1 ロットのウエハ上に金属膜が蒸着される。次のステップ 7 2 において、ウエハ上の金属膜上にフォトレジストが塗布される。その後、ステップ 7 3 において、第 1 実施例の露光装置を用いて、マスク上のパターンが投影光学系を介してウエハ上の各露光領域に順次転写される。次いで、ステップ 7 4 において、ウエハ上のフォトレジストの現像が行われる。その後、ステップ 7 5 において、ウエハ上でレジストパターンをマスクとしてエッチングを行うこと  
20    によってマスク上のパターンに対応する回路パターンが各ウエハ上の各露光領域に形成される。その後、更に上のレイヤの回路パターンの形成が行われ、ウエハプロセスが終了したウエハは次工程に送られる。

- 25    ウエハプロセスが終了すると、実際の組立工程にて、焼き付けられた回路毎にウエハを切断してチップ化するダイシング、各チップに配線等を付与するボンディング、各チップ毎にパッケージングするパッケージ

ング等の各工程を経て、最終的にL S I等の半導体デバイスが製造される。

以上の説明では、露光装置を用いたウエハプロセスでのフォトリソグラフィ工程によりL S I等の半導体デバイスを製造する例を示したが、  
5 露光装置を用いたフォトリソグラフィ工程によって、液晶表示素子、薄膜磁気ヘッド、撮像素子（C C D等）等の半導体デバイスも製造することができる。

以上のように、第1実施例では、マスク2とウエハ4との間の光路中に余分な光学部材を介在させることなく、反射屈折型の投影光学系3中に配置された反射部材M 1およびM 2の位置変動に起因するマスクパター  
10 ン像の位置ずれや回転ずれに応じてマスク2とウエハ4との位置合わせを露光中においても随時行うことができる。その結果、スキャン露光中に反射部材M 1およびM 2の位置が変動してマスクパターン像の位置ずれや回転ずれが起こっても、マスク2とウエハ4との位置合わせをス  
15 キャン露光中に随時行うことにより、常に良好な位置合わせ状態において良好な半導体デバイスを製造することができる。

なお、第1実施例では、演算系15において、反射ミラーの回転変動角からパターン像の位置ずれ量および回転ずれ量を求め、さらにパターン像の位置ずれ量および回転ずれ量からマスク2の所要補正量を求めている。しかしながら、パターン像の移動量（位置ずれ量および回転ず  
20 れ量）を求めることなく、反射ミラーの回転変動角からマスク2の所要補正量を直接求めることもできる。この場合、たとえば所定の演算式に基づく演算を行うことによって、あるいは所定のメモリテーブルを参照することによって、パターン像の移動量やマスク2の所要補正量を求める  
25 こともできる。

また、第1実施例では、マスク2のみを移動させて、パターン像の位

置ずれおよび回転ずれを補正することによって、パターン像とウエハとの位置合わせを行っている。しかしながら、ウエハ4のみを移動させて、基準結像位置から移動して形成されたパターン像に対してウエハ4を位置合わせすることによって、パターン像とウエハとの位置合わせを行うこともできる。上述の具体的構成例においてウエハ4のみを移動させる場合、673nm（パターン像の位置ずれ量）だけ-X方向に沿ってウエハ4を移動させるとともに、パターン像の回転ずれ量と同じ角度すなわち2''だけZ軸の時計回りにウエハ2を回転させることになる。

また、マスク2およびウエハ4の双方を移動させて、パターン像とウエハとの位置合わせを行うこともできる。上述の具体的構成例においてマスク2およびウエハ4を移動させる場合、2692nmだけ+X方向に沿ってマスク2を移動させてパターン像の位置ずれを補正するとともに、Z軸の時計回りに2''だけウエハ2を回転させて基準結像位置から回転ずれして形成されたパターン像に対してウエハ4を位置合わせすることができる。あるいは、Z軸の反時計回りに2''だけマスク2を回転させてパターン像の回転ずれを補正するとともに、673nmだけ-X方向に沿ってウエハ4を移動させて基準結像位置から位置ずれして形成されたパターン像に対してウエハ4を位置合わせすることもできる。

さらに、第1実施例の具体的構成例では、第1検出系13が第1反射ミラーM1のZ軸回りの回転変動角を検出し、第2検出系14が第2反射ミラーM2のY軸回りの回転変動角を検出している。そして、第1反射ミラーM1のZ軸回りの回転変動および第2反射ミラーM2のY軸回りの回転変動に起因して、パターン像がX方向に位置ずれするとともにZ軸回りに回転ずれしている。しかしながら、検出系により検出される反射部材の基準位置からの変動量は、反射部材の所定軸線回りの回転変動角に限定されることなく、必要に応じて他の軸線回りの回転量や三次

元的な移動量のような変動量を含む概念である。

一般に、1つまたは複数の反射部材が3つの軸線回りに回転変動したり三次元的に位置変動すると、パターン像の三次元的に位置ずれしたり3つの軸線回りに回転ずれすることが考えられる。この場合、マスクステージやウエハステージは、必要に応じて三次元的な移動自由度および3つの軸線回りの回転自由度を備えなければならない。具体的は、X Y ステージおよびZ軸回りの回転ステージに加えて、Z方向に移動可能なZステージおよびX軸回りおよびY軸回りに回転可能なレベリングステージが必要となる。

10     なお、反射部材の回転変動の影響が特に支配的な場合には、反射部材の反射面においてその法線と直交する2つの軸線回りの回転変動角を検出することになる。この場合、第1実施例の第1反射ミラーM1の反射面においてX軸に平行なX'軸とY軸に平行なY'軸とからなる局部座標を設定し、第1反射ミラーM1のX'軸回りの回転変動角およびY'軸回りの回転変動角を検出する。また、第1実施例の第2反射ミラーM2の反射面においても同様に、X軸に平行なX'軸とY軸に平行なY'軸とからなる局部座標を設定し、第2反射ミラーM2のX'軸回りの回転変動角およびY'軸回りの回転変動角を検出する。

20     第8図は、本発明の第2実施例にかかる露光装置の構成を概略的に示す図である。また、第9図は、第8図で図示を省略したマスクステージおよびマスクステージ計測系の構成を概略的に示す上面図である。さらに、第10図は、第8図で図示を省略したウエハステージおよびウエハステージ計測系の構成を概略的に示す上面図である。

25     第1実施例は第2実施例と類似の構成を有するが、第2実施例ではマスクステージの位置情報およびウエハステージの位置情報をも考慮してマスクとウエハとの位置合わせを行っている点だけが第1実施例と相違



している。したがって、第8図において、第1実施例の構成要素と同様の機能を有する要素には第1図と同じ参照符号を付している。以下、第1実施例との相違点に着目して第2実施例を説明する。

第9図を参照すると、マスク2は、マスクホルダ91を介してXY平面内においてマスクステージ92上に支持されている。マスクステージ92は、XY平面内において二次元的に移動可能なXYステージおよびZ軸回りに回転可能な回転ステージ等から構成されている。また、マスクステージ92のXY座標およびZ軸回りの回転量は、マスクステージ計測系16（第8図参照）により常時計測されている。

10     マスクステージ計測系16では、XZ平面に平行でX方向に沿って長く延びた反射面を有するミラー93がマスクステージ92に固定されている。また、+X方向に沿って入射するビームをZ方向に平行移動させて-X方向に沿って射出するように構成された2つのコーナーキューブプリズム94および95がY方向に間隔を隔ててマスクステージ92に  
15     固定されている。

さらに、マスクステージ計測系16は、ミラー93の反射面に対して垂直にビームを入射させて得られた反射ビームを参照ビームと干渉させるレーザ干渉計96を備えている。また、コーナーキューブプリズム94および95に対してX方向に沿ってビームを入射させて得られた反射  
20     ビームを参照ビームと干渉させるレーザ干渉計97および98を備えている。なお、レーザ干渉計96～98は、マスクステージ92から隔絶された適当な支持体によって支持されている。こうして、マスクステージ計測系16では、レーザ干渉計96の出力に基づいて、マスクステージ92のY方向移動量すなわちY座標を計測することができる。また、  
25     レーザ干渉計97の出力とレーザ干渉計98の出力とに基づいて、マスクステージ92のX方向移動量すなわちX座標およびマスクステージ9

2のZ軸回りの回転量を計測することができる。マスクステージ計測系16で計測されたマスクステージ92の位置情報は、演算系15に供給される。

一方、第10図を参照すると、ウェハ4は、ウェハホルダ101を介してXY平面内においてウェハステージ102上に支持されている。ウェハステージ102は、XY平面内において二次元的に移動可能なXYステージおよびZ軸回りに回転可能な回転ステージ等から構成されている。また、ウェハステージ102のXY座標およびZ軸回りの回転量は、ウェハステージ計測系17（第8図参照）により常時計測されている。

10 ウェハステージ計測系17では、XZ平面に平行でX方向に沿って長く延びた反射面を有するミラー103がウェハステージ102に固定されている。また、YZ平面に平行でY方向に沿って長く延びた反射面を有するミラー104がウェハステージ102に固定されている。

さらに、ウェハステージ計測系17は、ミラー103の反射面に対して垂直にビームを入射させて得られた反射ビームを参照ビームと干渉させるレーザ干渉計105を備えている。また、Y方向に間隔を隔てた2本のビームをミラー104の反射面に対して垂直に入射させて得られた2つの反射ビームを干渉させるレーザ干渉計106を備えている。さらに、ウェハ4の露光フィールドEFの中心に向かってミラー104の反射面に対して垂直にビームを入射させて得られた反射ビームを参照ビームと干渉させるレーザ干渉計107を備えている。

なお、レーザ干渉計105～107は、ウェハステージ102から隔絶された適当な支持体によって支持されている。こうして、ウェハステージ計測系17では、レーザ干渉計105の出力に基づいて、ウェハステージ102のY方向移動量すなわちY座標を計測することができる。また、レーザ干渉計106の出力に基づいて、ウェハステージ102の

Z軸回りの回転量を計測することができる。さらに、レーザ干渉計107の出力に基づいて、ウエハステージ102のX方向移動量すなわちX座標を計測することができる。ウエハステージ計測系17で計測されたウエハステージ102の位置情報は、演算系15に供給される。

- 5 第2実施例では、第8図に示すように、マスクステージ計測系16の出力およびウエハステージ計測系17の出力が、第1検出系13の出力および第2検出系14の出力とともに、演算系15に供給される。演算系15では、第1検出系13で検出された第1反射ミラーM1の回転変動角と第2検出系14で検出された第2反射ミラーM2の回転変動角と
- 10 に基づいて求められたパターン像の基準結像位置からの位置ずれ量および回転ずれ量と、マスクステージ計測系16で計測されたマスクステージの位置情報と、ウエハステージ計測系17で計測されたウエハステージの位置情報とに基づいて、投影光学系3に対してマスク2とウエハ3とを実質的に位置合わせするのに必要なマスク2の補正量を求める。
- 15 演算系15で求められた補正量情報は、制御系11に供給される。制御系11は、演算系15から供給された補正量情報に基づいて、駆動系12を介してマスクステージを駆動制御する。こうして、マスク2が所要補正量だけ移動し、パターン像の基準結像位置からの位置ずれおよび回転ずれが実質的に補正されるとともに、マスクステージとウエハステージとの相対位置ずれに起因するマスク2とウエハ4との相対位置ずれ
- 20 も実質的に補正される。その結果、投影光学系3に対するマスク2とウエハ4との位置合わせが良好に行われる。

- こうして、第2実施例においても第1実施例と同様に、マスク2とウエハ4との間の光路中に余分な光学部材を介在させることなく、反射屈折型の投影光学系3中に配置された反射部材M1およびM2の位置変動
- 25 に起因するマスクパターン像の位置ずれや回転ずれ並びにマスクステー

ジとウエハステージとの相対位置ずれに応じてマスク 2 とウエハ 4 との位置合わせを露光中においても随時行うことができる。その結果、スキャン露光中に反射部材 M 1 および M 2 の位置が変動してマスクパターン像の位置ずれや回転ずれが起こっても、マスクステージとウエハステージとの相対位置ずれが起こっても、マスク 2 とウエハ 4 との位置合わせをスキャン露光中に随時行うことにより、常に良好な位置合わせ状態において良好な半導体デバイスを製造することができる。

なお、第 2 実施例においても第 1 実施例と同様に、ウエハ 4 のみを移動させることによって、あるいはマスク 2 およびウエハ 4 を移動させることによって、投影光学系 3 に対するマスク 2 とウエハ 4 との位置合わせを行うことができる。

また、上述の各実施例では、投影光学系が 2 つの反射ミラー（光路偏向部材）を含む露光装置を例にとって本発明を説明したが、反射ミラーの数および配置は第 1 実施例に限定されることがない。

さらに、上述の各実施例では、投影光学系として反射屈折型光学系を適用しているが、本発明では少なくとも 1 つの反射部材を有する光学系、例えば反射型光学系や光路折り曲げミラーを有する屈折型光学系などにも適用することができる。

また、上述の各実施例では、投影光学系に対してマスクおよびウエハを同期的に移動させながらスキャン露光することによってウエハの各露光領域にマスクパターンを転写する、いわゆるステップ・アンド・スキャン方式の露光装置を例にとって本発明を説明している。しかしながら、投影光学系に対してウエハだけを二次元的にステッピング移動させながらウエハの各ショット領域にマスクパターンを逐次転写する、いわゆるステップ・アンド・リピート方式の露光装置や他の方式の露光装置に対しても本発明を適用することができる。

さらに、上述の各実施例では、照明光学系の光源としてA r Fエキシマレーザー光源を用いているが、その代わりにF2 エキシマレーザー光源（波長157nm）やK r Fエキシマレーザー光源（波長248nm）、i 線（波長365nm）を供給する水銀ランプや13nmの軟X線波長域の電磁波を供給するものなどを適用することができる。

第11図は、本発明の第3実施例にかかる露光装置の構成を概略的に示す図である。

第11図に示される露光装置は、露光用の照明光として波長5～15nm程度の軟X線領域の光（EUV光）を用いて、ステップ・アンド・スキャン方式により露光動作を行う投影露光装置である。なお、第11図においては、投影原版としての反射型マスク2の縮小像をウエハ4上に形成する反射縮小投影光学系の光軸方向をY方向とし、このY方向と直交する紙面内方向をZ方向とし、これらYZ方向と直交する紙面垂直方向をX方向とする。

この投影露光装置は、投影原版（レチクル）としての反射型マスク2に描画された回路パターンの一部の像を反射縮小投影光学系3を介して感光性基板としてのウエハ4上に投影しつつ、マスク2とウエハ4とを反射縮小投影光学系3に対して1次元方向に相対走査することによって、反射型マスク2の回路パターンの全体をウエハ4上の複数のショット領域の各々にステップアンドスキャン方式で転写するものである。

ここで、本実施形態における露光用の照明光であるEUV光は、大気に対する透過率が低いため、EUV光が通過する光路は図示無き真空チャンバにより覆われて外気より遮断されている。

まず、第11図における照明光学系1について説明する。

レーザ光源100は、赤外域～可視域の波長のレーザ光を供給する機能を有し、例えば半導体レーザ励起によるYAGレーザやエキシマレー

ザなどを適用できる。このレーザ光は集光光学系 101 により集光されて、位置 102 に集光する。ノズル 103 は気体状の物体を位置 102 へ向けて噴出し、この噴出された物体は位置 102 において高照度のレーザ光を受ける。このとき、噴出された物体がレーザ光のエネルギーで高温になり、プラズマ状態に励起され、低ポテンシャル状態へ遷移する際に E U V 光を放出する。

この位置 102 の周囲には、集光光学系を構成する楕円鏡 104 が配置されており、この楕円鏡 104 は、その第 1 焦点が位置 102 とほぼ一致するように位置決めされている。楕円鏡 104 の内表面には、E U V 光を反射するための多層膜が設けられており、ここで反射された E U V 光は、楕円鏡 104 の第 2 焦点で一度集光した後、集光光学系を構成する放物面鏡 105 へ向かう。放物面鏡 105 は、その焦点が楕円鏡 104 の第 2 焦点位置とほぼ一致するように位置決めされており、その内表面には、E U V 光を反射するための多層膜が設けられている。

放物面鏡 105 から射出される E U V 光は、ほぼコリメートされた状態でオプティカルインテグレータとしての反射型フライアイ光学系 106 a, 106 b へ向かう。反射型フライアイ光学系 106 a, 106 b は、複数の反射面を集積してなる第 1 の反射素子群 106 a と、第 1 の反射素子群 106 a の複数の反射面と対応した複数の反射面を有する第 2 の反射素子群 106 b とで構成されている。これら第 1 及び第 2 の反射素子群 106 a, 106 b を構成する複数の反射面上にも E U V 光を反射させるための多層膜が設けられている。

放物面鏡 105 からのコリメートされた E U V 光は、第 1 の反射素子群 106 a により波面分割され、各々の反射面からの E U V 光が集光されて複数の光源像が形成される。これら複数の光源像が形成される位置の近傍のそれぞれには、第 2 の反射素子群 106 b の複数の反射面が位

置決めされており、これら第2の反射素子群106bの複数の反射面は、実質的にフィールドミラーの機能を果たす。このように、反射型フライアイ光学系106a、106bは、放物面鏡105からの略平行光束に基づいて、2次光源としての多数の光源像を形成する。尚、このような

5 反射型フライアイ光学系106については、本願出願人による特願平10-47400号に提案されている。なお、本実施形態において、2次光源の形状を制御するために、第2の反射素子106b近傍に $\sigma$ 絞りを設けることが好ましい。

さて、反射型フライアイ光学系106a、106bにより形成された

10 2次光源からのEUV光は、この2次光源位置の近傍が焦点位置となるように位置決めされたコンデンサミラー107へ向かい、このコンデンサミラー107にて反射集光された後に、光路折り曲げミラー108を介して、反射型マスク2上に達する。これらコンデンサミラー107及び光路折り曲げミラー108の表面には、EUV光を反射させる多層膜

15 が設けられている。そして、コンデンサミラー107は、2次光源から発するEUV光を集光して、反射型マスク2を重畳的に均一照明する。

なお、本実施形態では、反射型マスク2へ向かう照明光と、該反射型マスク2にて反射されて投影系3へ向かうEUV光との光路分離を空間的に行うために、照明系は非テレセントリック系であり、かつ反射縮小

20 投影光学系3もマスク側非テレセントリックな光学系としている。

さて、反射型マスク2上には、EUV光を反射する多層膜からなる反射膜が設けられており、この反射膜は、感光性基板としてのウエハ4上へ転写すべきパターンの形状に応じたパターンとなっている。この反射型マスク2にて反射されて、反射型マスク2のパターン情報を含むEUV

25 V光は、反射縮小投影光学系系3に入射する。

反射縮小投影光学系3は、光路折り曲げ鏡としてのミラーM1、凹面

鏡M2、凸面鏡M3、及び凹面鏡M4から構成されている。なお、反射縮小投影光学系3を構成するミラーM1～M4は、基材上にEUV光を反射する多層膜を設けたものからなる。

反射型マスク2にて反射されたEUV光は、反射縮小投影光学系3を  
5 通過して、ウェハ2上の円弧形状の露光領域内に、所定の縮小倍率 $\beta$ （例えば $|\beta| = 1/4, 1/5, 1/6$ ）のもとで反射型マスク2のパターンの縮小像を形成する。

また、反射型マスク2は少なくともY方向及びZ軸を中心とした回転方向に沿って移動可能なマスクステージ2Sにより支持されており、ウェハ4はXYZ方向に沿って移動可能なウェハステージ4Sにより支持  
10 されている。これらのマスクステージ2S及びウェハステージ4Sの移動は、それぞれマスクステージ駆動系12及びウェハステージ駆動系（負図示）により達成される。露光動作の際には、照明系1により反射型マスク2に対してEUV光を照射しつつ、反射縮小投影光学系3に対して  
15 反射型マスク2及びウェハ4を、投影系3の縮小倍率により定まる所定の速度比で移動させる。これにより、ウェハ4上の所定のショット領域内には、反射型マスク2のパターンが走査露光される。

さて、本実施形態において、マスクステージ2SのXY座標及びZ軸周りの回転量は、マスクステージ計測系16により常時計測されており、  
20 この計測されたマスクステージ2Sの位置情報は、演算系15へ供給される。また、ウェハステージ4SのXY座標及びZ軸周りの回転量は、ウェハステージ計測系17により常時計測されており、この計測されたウェハステージ4Sの位置情報は、演算系15へ供給される。

また、投影系としての反射縮小投影光学系3のミラーM1の回転変動  
25 角および位置ずれ量に関しては、検出系13により検出されて演算系15へ出力される。演算系15では、前述の第2実施例と同様に、検出系



1 3で検出された反射ミラーM1の回転変動角および位置ずれ量に基づいて求められたパターン像の基準結像位置からの位置ずれ量及び回転ずれ量と、マスクステージ計測系16で計測されたマスクステージ4Sの位置情報と、ウェハステージ計測系で計測されたウェハステージの位置  
5 情報とに基づいて、投影系3に対してマスク2とウェハ4とを実質的に位置合わせするのに必要なマスク2の補正量を求める。

演算系15で求められた補正量情報は、制御系11に供給される。制御系11は、演算系15から供給された補正量情報に基づいて、駆動系12を介してマスクステージを駆動制御する。こうして、マスク2が所  
10 要補正量だけ移動し、パターン像の基準結像位置からの位置ずれおよび回転ずれが実質的に補正されるとともに、マスクステージとウェハステージとの相対位置ずれに起因するマスク2とウェハ4との相対位置ずれも実質的に補正される。その結果、投影系3に対するマスク2とウェハ4との位置合わせが良好に行われる。

15 なお、第3実施例においても第1及び第2実施例と同様に、ウェハ4のみを移動させることによって、あるいはマスク2およびウェハ4を移動させることによって、投影光学系3に対するマスク2とウェハ4との位置合わせを行うことができる。

また、上述の各実施例では、投影光学系中の光路偏向部材（光路折り  
20 曲げ鏡）としての平面鏡の回転変動角を検出したが、本発明は、回転変動角を検出するミラーがパワーを持つミラー（凹面鏡、凸面鏡）であっても、そのミラーが光軸を折り曲げている場合であれば適用できる。なお、この場合、像の位置変動や回転ずれだけではなく、収差状態の変化を招く恐れがあるが、収差状態の変化が許容量以内である場合には、そ  
25 のままマスクおよび感光性基板の少なくとも一方の位置を移動させることにより、良好な位置合わせ状態および収差補正状態のもとで露光を実

現することができる。また、収差状態の変化が許容量を超える場合には、投影光学系を構成する光学部材のうちの一部を移動させて収差状態を補正すれば良い。

第12図は、本発明の第4実施例にかかる露光装置の構成を概略的に示す図である。

第12図に示される露光装置は、マスク2上に形成される回路パターンの等倍像をガラス基板上に感光性材料が塗布された感光性基板4上に投影し、マスク2と感光性基板4とを等倍の投影光学系3に対して相対的に移動させつつ露光を行う投影露光装置である。このような方式の投影露光装置としては、例えば米国特許第5,298,939号公報に開示されている。

第12図では、マスク2の回路パターン形成面がXY平面となるように座標系が設定されており、X軸が紙面垂直方向、Y軸が紙面内方向、そしてZ軸がXY平面に直交しかつ四面内方向に設定されている。

図示の露光装置は、転写すべきパターンが形成されたマスク2を均一に照明するための照明光学系1を備えている。この照明光学系としては上記米国特許第5,298,939号公報に開示されているものと同様のものを用いることができるため、ここでは説明を省略する。なお、照明光学系1がマスク2上に形成する照野（照明領域）は、例えばX方向に延びた底辺を有しかつ該底辺よりも-Y方向側に上辺を有する台形状とすることができる。

マスク2は、上述の実施例と同様にXY平面内において二次元的に移動可能なXYステージとZ軸周りに回転可能な $\theta$ ステージ（回転ステージ）とを有するマスクステージ2Sにより支持されている。

投影光学系3は、マスク2の等倍の中間像を形成する第1結像系3Aと、該中間像を感光性基板4上に等倍で再結像させる第2結像系3Bと

からなる。そして、第1結像系3Aは、光路折り曲げ鏡M1と、レンズ群3A1と、凹面鏡M3とからなり、第2結像系3Bは、光路折り曲げ鏡M2と、レンズ群3B1と、凹面鏡M4とからなる。マスク2のパターンを透過した光は、光路折り曲げ鏡M1で反射されて+Y方向へ進行した後、レンズ群3A1を経て凹面鏡M3にて反射され、再びレンズ群3A1を経て光路折り曲げ鏡M1にて反射されて-Z方向に進行し、マスク2の等倍の中間像（横倍率=-1）を形成する。この中間像からの光は、光路折り曲げ鏡M2で反射されて+Y方向へ進行した後、レンズ群3B1を経て凹面鏡M4にて反射され、再びレンズ群3A2を経て光路折り曲げ鏡M2にて反射されて-Z方向に進行し、マスク2の等倍の2次像（横倍率=+1）を感光性基板4上に形成する。

感光性基板4は、上述の実施例と同様にXY平面内において二次元的に移動可能なXYステージとZ軸周りに回転可能な $\theta$ ステージ（回転ステージ）とを有する基板ステージ4Sにより支持されている。この基板ステージ4Sは制御系11からの指令に基づいて駆動系12を介して駆動制御される。

従って、投影光学系3に対してマスク2および感光性基板4をY方向に沿って一体に移動させながら走査露光を行うことにより、感光性基板4上のY方向に延びた露光領域にマスクパターンを転写できる。その後、マスク2および感光性基板4を一体にX方向へ移動（ステップ動作）させ、上記走査露光を繰り返すことにより、感光性基板4上の全ての領域に対してマスクパターンを転写することができる。

第4実施例では、投影光学系3中に配置された光路折り曲げ鏡としての第1反射ミラーM1の基準位置からの変動量を検出するための第1検出系13と、光路折り曲げ鏡としての第2ミラーM2の基準位置からの変動量を検出するための第2検出系14とを備えている。また、第4実

施例では、第2実施例と同様に、マスクステージ2 Sの座標位置を計測するマスクステージ計測系1 6と、基板ステージ4 Sの座標位置を計測する基板ステージ計測系1 7とを備えている。これら第1および第2検出系1 3、1 4、マスクステージ計測系1 6、および基板ステージ計測系1 7からの出力は演算系1 5に供給される。演算系1 5は、第2実施例と同様に、第1および第2計測系1 3、1 4で計測された第1および第2反射ミラーM 1、M 2の回転変動角に基づいて求められたパターン像の基準結像位置からの位置ずれ量および回転ずれ量と、マスクステージ計測系1 6で計測されたマスクステージ2 Sの位置情報と、基板ステージ計測系1 7で計測された基板ステージの位置情報とに基づいて、投影光学系3に対してマスク2と感光性基板4とを実質的に位置合わせするのに必要な感光性基板4の補正量を求める。

演算系で求められた補正量情報は、制御系1 1に供給される。制御系1 1は、演算系1 5から供給された補正量情報に基づいて、駆動系1 2を介して基板ステージ4 Sを駆動制御する。こうして、感光性基板4が所要補正量だけ移動し、パターン像の基準結像位置からの位置ずれおよび回転ずれが実質的に補正されると共に、マスクステージ2 Sとウェハステージ4 Sとの相対位置ずれに起因するマスク2と感光性基板4との相対位置ずれも実質的に補正される。その結果、投影光学系3に対するマスク2と感光性基板4との位置合わせが良好に行われる。

なお、第4実施例では、複数の単位露光領域を継ぎ露光をして大面積の露光領域を得ている。ここで、単位露光領域同士の継ぎ精度をさらに向上させるためには、走査露光時において、マスク2および感光性基板4のうち少なくとも一方の移動方向を、Y方向だけではなく、パターン像の回転方向に合わせて+X方向あるいは-X方向の移動量成分も付加することが好ましい。

なお、上述の各実施例においては、投影光学系中に配置された反射部材の位置変動に起因するパターン像の位置ずれや回転ずれに応じたマスクおよび感光性基板の位置補正を常時行うものとしたが、この補正は常時行う必要はない。

- 5      例えば、感光性基板上の１つのショット領域に対する露光後に次のショット領域へ移動させる動作中に補正することや、感光性基板の交換時に補正することや、マスク交換時に補正することなどが考えられる。

- また、常に検出系によって反射部材の位置変動をモニタしておき、反射部材の位置変動量が所定の許容量を超えた場合に補正してもよい。この変形例について例えば第１１図参照して説明する。第１１図において、演算部１５内に反射部材の位置変動に関する許容量を記憶しておき、検出系１３が検出する位置変動量がこの許容量に達したか否かについて円残部１５で判断する。そして、許容量以内であれば、マスクおよび感光性基板の少なくとも一方の位置補正をせず、許容量を超える場合には、  
10      位置変動量からマスクおよび感光性基板の少なくとも一方の補正量を算出し、移動させる。なお、許容量を超えた場合には、円残部１５に接続されている表示部としてのディスプレイ１８に、許容量を超えていることを表示させることが好ましい。

## 20      産業上の利用の可能性

- 以上説明したように、本発明の露光装置又は露光方法によれば、マスクと感光性基板であるウエハとの間の光路中に余分な光学部材を介在させることなく、反射屈折型の投影光学系中に配置された反射部材の位置変動に起因するパターン像の位置ずれや回転ずれに応じてマスクとウエハとの位置合わせを露光中においても随時行うことができる。したがって、露光中に反射部材の位置が変動してパターン像の位置ずれや回転ず  
25

れが起こっても、マスクとウエハとの位置合わせを露光中に随時行うことにより、常に良好な位置合わせ状態において良好な半導体デバイスを製造することができる。

## 請求の範囲

1. 所定のパターンが形成されたマスクを照明するための照明光学系と、  
前記マスク上の前記パターンの像を少なくとも1つの反射部材を介して  
5 感光性基板に投影するための投影光学系と、  
前記少なくとも1つの反射部材の基準位置からの変動量を検出するための検出系と、  
前記検出系で検出された前記変動量に基づいて、基準結像位置から移動した状態で形成される前記パターン像と前記感光性基板とを実質的に  
10 位置合わせするための前記マスクおよび前記感光性基板の少なくとも一方に関する補正量を求めるための演算系と、  
前記演算系で求められた前記補正量に基づいて、前記マスクおよび前記感光性基板のうちの少なくとも一方を移動させるための移動系とを備えていることを特徴とする露光装置。  
15
2. 前記演算系は、前記検出系で検出された前記変動量に基づいて前記パターン像の前記基準結像位置からの移動量を求め、該移動量に基づいて前記補正量を求めることを特徴とする請求の範囲1に記載の露光装置。  
20
3. 前記演算系は、前記検出系で検出された前記変動量に基づいて前記パターン像の前記基準結像位置からの位置ずれ量および回転ずれ量を求め、該位置ずれ量および前記回転ずれ量を実質的に補正するのに必要な前記マスクの補正量を求め、  
25 前記移動系は、前記演算系で求められた前記補正量に基づいて前記マスクのみを移動させることを特徴とする請求の範囲2に記載の露光装置。

4. 前記演算系は、前記検出系で検出された前記変動量に基づいて前記パターン像の前記基準結像位置からの位置ずれ量および回転ずれ量を求め、該位置ずれ量および前記回転ずれ量の少なくとも一方が生じた状態
- 5 態で形成される前記パターン像に対して前記感光性基板を実質的に位置合わせするのに必要な前記感光性基板の補正量を求め、

前記移動系は、前記演算系で求められた前記補正量に基づいて前記感光性基板のみを移動させることを特徴とする請求の範囲 2 に記載の露光装置。

10

5. 前記演算系は、前記検出系で検出された前記変動量に基づいて前記パターン像の前記基準結像位置からの位置ずれ量および回転ずれ量を求め、該位置ずれ量および前記回転ずれ量のうちの一方を実質的に補正するのに必要な前記マスクの補正量を求め、前記位置ずれ量および前記
- 15 回転ずれ量のうちの他方が生じた状態で形成される前記パターン像に対して前記感光性基板を実質的に位置合わせするのに必要な前記感光性基板の補正量を求め、

- 前記移動系は、前記演算系で求められた前記マスクの補正量および前記感光性基板の補正量に基づいて、前記マスクおよび前記感光性基板を
- 20 移動させることを特徴とする請求の範囲 2 に記載の露光装置。

6. 前記演算系は、前記検出系で検出された前記変動量に基づいて前記パターン像の前記基準結像位置からの位置ずれ量および回転ずれ量を求め、該位置ずれ量および前記回転ずれ量を実質的に補正するのに必要
- 25 な前記マスクの補正量を求め、

前記移動系は、前記演算系で求められた前記補正量に基づいて前記マ



スクのみを移動させることを特徴とする請求の範囲 1 に記載の露光装置。

7. 前記演算系は、前記検出系で検出された前記変動量に基づいて前記パターン像の前記基準結像位置からの位置ずれ量および回転ずれ量を求め、該位置ずれ量および前記回転ずれ量の少なくとも一方が生じた状態で形成される前記パターン像に対して前記感光性基板を実質的に位置合わせするのに必要な前記感光性基板の補正量を求め、

前記移動系は、前記演算系で求められた前記補正量に基づいて前記感光性基板のみを移動させることを特徴とする請求の範囲 1 に記載の露光装置。

8. 前記演算系は、前記検出系で検出された前記変動量に基づいて前記パターン像の前記基準結像位置からの位置ずれ量および回転ずれ量を求め、該位置ずれ量および前記回転ずれ量のうち的一方を実質的に補正するのに必要な前記マスクの補正量を求め、前記位置ずれ量および前記回転ずれ量のうちの他方が生じた状態で形成される前記パターン像に対して前記感光性基板を実質的に位置合わせするのに必要な前記感光性基板の補正量を求め、

前記移動系は、前記演算系で求められた前記マスクの補正量および前記感光性基板の補正量に基づいて、前記マスクおよび前記感光性基板を移動させることを特徴とする請求の範囲 1 に記載の露光装置。

9. 前記移動系は、前記マスクを保持し且つ前記投影光学系に対して移動可能なマスクステージと、該マスクステージの位置を計測するためのマスクステージ計測系と、前記感光性基板を保持し且つ前記投影光学系に対して移動可能な基板ステージと、該基板ステージの位置を計測す

るための基板ステージ計測系とを備え、

前記演算系は、前記検出系で検出された前記変動量に基づいて求められる前記パターン像の前記基準結像位置からの移動量と、前記マスクステージ計測系で計測された前記マスクステージの位置情報と、前記基板  
5 ステージ計測系で計測された前記基板ステージの位置情報とに基づいて、前記投影光学系に対して前記マスクと前記感光性基板とを実質的に位置合わせするのに必要な前記マスクおよび前記感光性基板の少なくとも一方に関する補正量を求め、

前記移動系は、前記演算系で求められた前記補正量に基づいて、前記  
10 投影光学系に対して前記マスクと前記感光性基板とを実質的に位置合わせすることを特徴とする請求の範囲 1 乃至 8 のいずれか 1 つに記載の露光装置。

10. 前記投影光学系に対して前記マスクステージおよび前記基板ス  
15 テージを所定方向に沿って同期的に移動させながら、前記感光性基板の各露光領域に前記マスクのパターンを転写することを特徴とする請求の範囲 9 に記載の露光装置。

11. マスク上に設けられたパターンの像を少なくとも 1 つの反射部  
20 材を有する投影光学系を経由させてワークピース上に投影露光する露光方法であって、

前記少なくとも 1 つの反射部材の基準位置からの変動量を検出する検出工程と、

前記検出工程で検出された前記変動量に基づいて、基準結像位置から  
25 移動した状態で形成される前記パターン像と前記感光性基板とを実質的に位置合わせするための前記マスクおよび前記感光性基板の少なくとも

一方に関する補正量を求める演算工程と、

前記演算工程で求められた前記補正量に基づいて、前記マスクおよび前記感光性基板のうちの少なくとも一方を移動させ、前記投影光学系に対する前記マスクと前記感光性基板との位置合わせを行う位置合わせ工

5 程と、

前記位置合わせ工程により前記投影光学系に対して前記マスクと前記感光性基板とを位置合わせした状態において前記照明光学系により前記マスクを照明し、前記マスクのパターンを前記投影光学系を介して前記感光性基板に露光する露光工程とを含むことを特徴とする露光方法。

10

1 2. 前記検出工程、前記演算工程および前記位置合わせ工程を、前記露光工程に先立って行うことを特徴とする請求の範囲 1 1 に記載の露光方法。

15 1 3. 前記検出工程、前記演算工程および前記位置合わせ工程を、前記露光工程中において随時行うことを特徴とする請求の範囲 1 2 に記載の露光方法。

20 1 4. 前記少なくとも 1 つの反射部材の基準位置からの変動量に関して、許容される量であるか否かを判断する判断工程をさらに含み、

許容されない量である場合には前記演算工程および前記位置合わせ工程を行うことを特徴とする請求の範囲 1 3 に記載の露光方法。

25 1 5. 前記少なくとも 1 つの反射部材の基準位置からの変動量に関して、許容される量であるか否かを判断する判断工程をさらに含み、

許容されない量である場合には、前記変動量に関する情報を表示する

ことを特徴とする請求の範囲 1 4 に記載の露光方法。

- 1 6. 前記演算工程では、前記検出工程で検出された前記変動量に基づいて求められる前記パターン像の前記基準結像位置からの移動量と、
- 5 前記マスクを保持し且つ前記投影光学系に対して移動可能なマスクステージの位置情報と、前記感光性基板を保持し且つ前記投影光学系に対して移動可能な基板ステージの位置情報とに基づいて、前記投影光学系に対して前記マスクと前記感光性基板とを実質的に位置合わせするのに必要な前記マスクおよび前記感光性基板の少なくとも一方に関する補正量
- 10 を求めることを特徴とする請求の範囲 1 5 に記載の露光方法。

- 1 7. 前記演算工程では、前記検出工程で検出された前記変動量に基づいて求められる前記パターン像の前記基準結像位置からの移動量と、
- 15 前記マスクを保持し且つ前記投影光学系に対して移動可能なマスクステージの位置情報と、前記感光性基板を保持し且つ前記投影光学系に対して移動可能な基板ステージの位置情報とに基づいて、前記投影光学系に対して前記マスクと前記感光性基板とを実質的に位置合わせするのに必要な前記マスクおよび前記感光性基板の少なくとも一方に関する補正量を求めることを特徴とする請求の範囲 1 2 に記載の露光方法。

20

- 1 8. 前記検出工程、前記演算工程および前記位置合わせ工程を、前記露光工程中において随時行うことを特徴とする請求の範囲 1 1 に記載の露光方法。

- 25 1 9. 前記演算工程では、前記検出工程で検出された前記変動量に基づいて求められる前記パターン像の前記基準結像位置からの移動量と、

前記マスクを保持し且つ前記投影光学系に対して移動可能なマスクステージの位置情報と、前記感光性基板を保持し且つ前記投影光学系に対して移動可能な基板ステージの位置情報とに基づいて、前記投影光学系に対して前記マスクと前記感光性基板とを実質的に位置合わせするのに必要な前記マスクおよび前記感光性基板の少なくとも一方に関する補正量を求めることを特徴とする請求の範囲 18 に記載の露光方法。

20. 前記少なくとも 1 つの反射部材の基準位置からの変動量に関して、許容される量であるか否かを判断する判断工程をさらに含み、  
10 許容されない量である場合には前記演算工程および前記位置合わせ工程を行うことを特徴とする請求の範囲 11 に記載の露光方法。

21. 前記少なくとも 1 つの反射部材の基準位置からの変動量に関して、許容される量であるか否かを判断する判断工程をさらに含み、  
15 許容されない量である場合には、前記変動量に関する情報を表示することを特徴とする請求の範囲 20 に記載の露光方法。

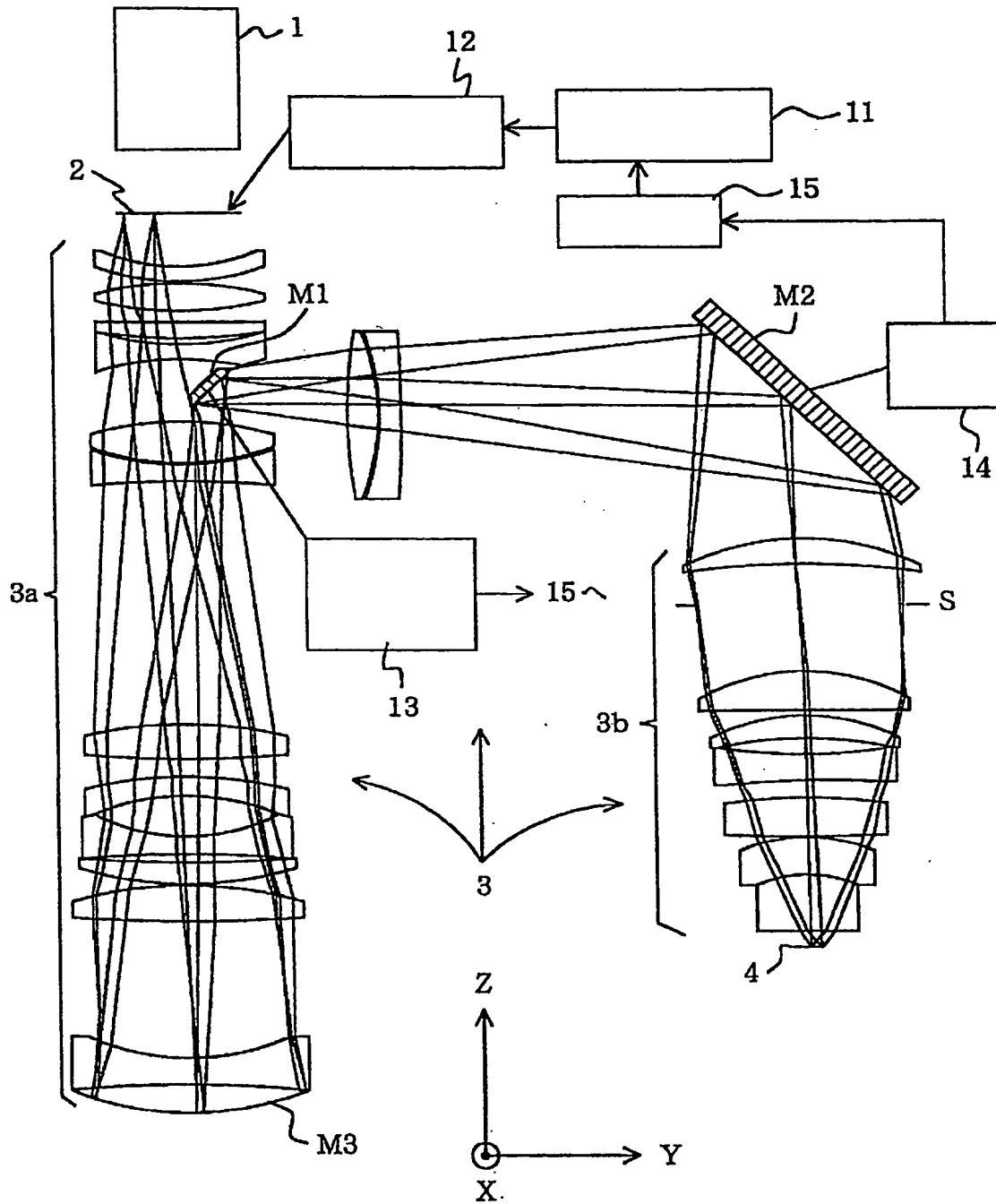
22. 前記少なくとも 1 つの反射部材の基準位置からの変動量に関して、許容される量であるか否かを判断する判断工程をさらに含み、  
20 許容されない量である場合には、前記変動量に関する情報を表示することを特徴とする請求の範囲 11 に記載の露光方法。

23. 前記演算工程では、前記検出工程で検出された前記変動量に基づいて求められる前記パターン像の前記基準結像位置からの移動量と、  
25 前記マスクを保持し且つ前記投影光学系に対して移動可能なマスクステージの位置情報と、前記感光性基板を保持し且つ前記投影光学系に対し

て移動可能な基板ステージの位置情報とに基づいて、前記投影光学系に対して前記マスクと前記感光性基板とを実質的に位置合わせするのに必要な前記マスクおよび前記感光性基板の少なくとも一方に関する補正量を求めることを特徴とする請求の範囲 1 1 に記載の露光方法。

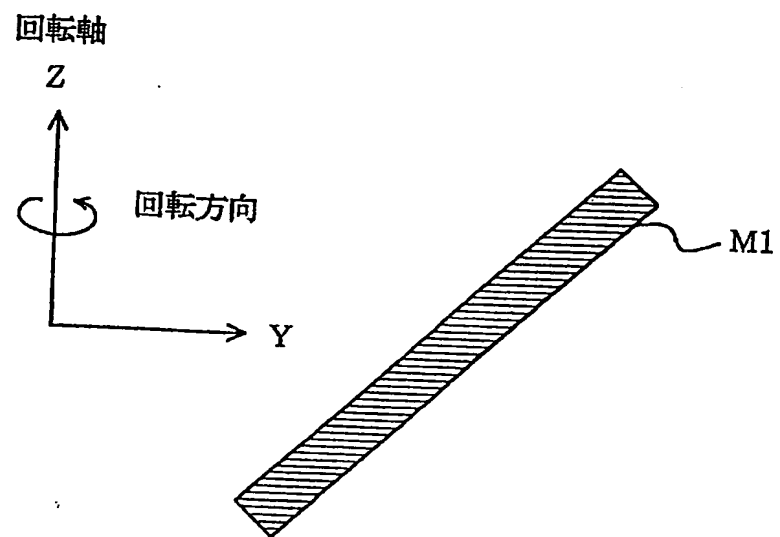
1/12

第 1 図



2/12

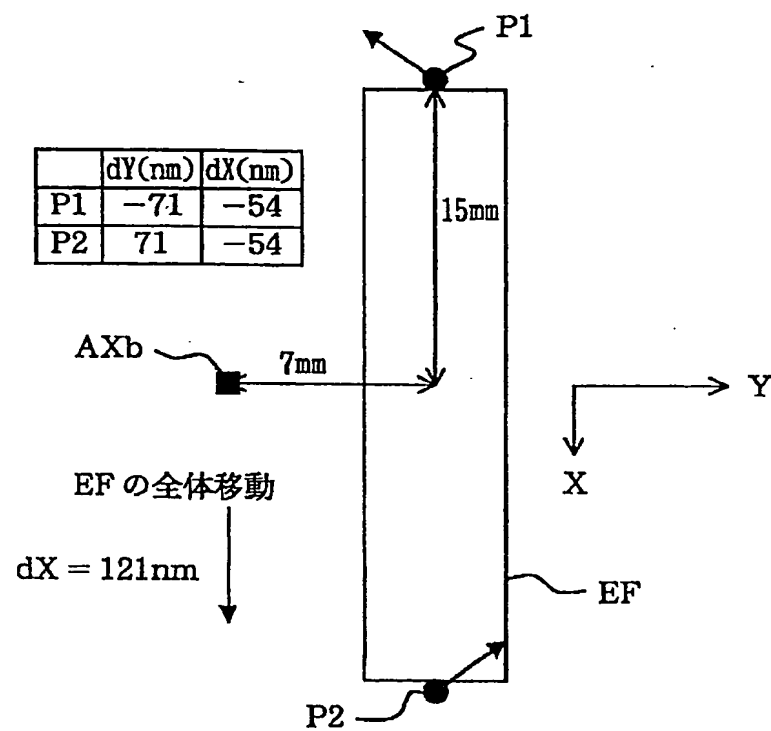
## 第 2 図



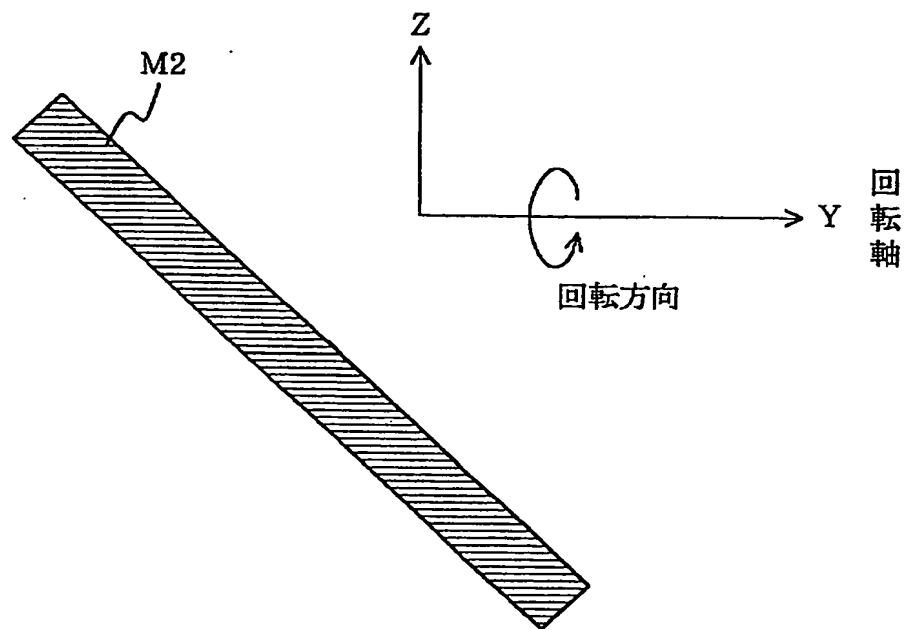


3/12

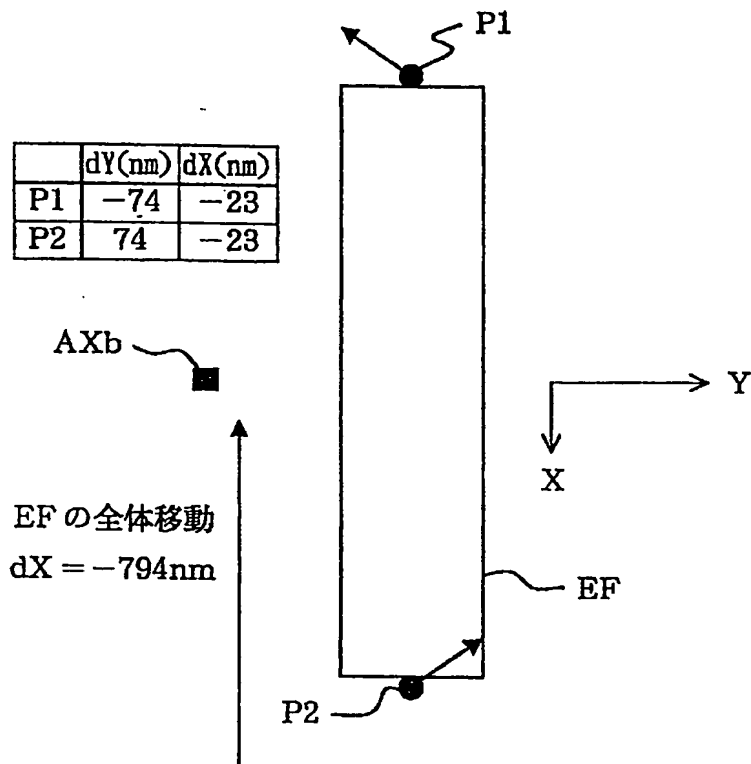
## 第 3 図



第 4 図

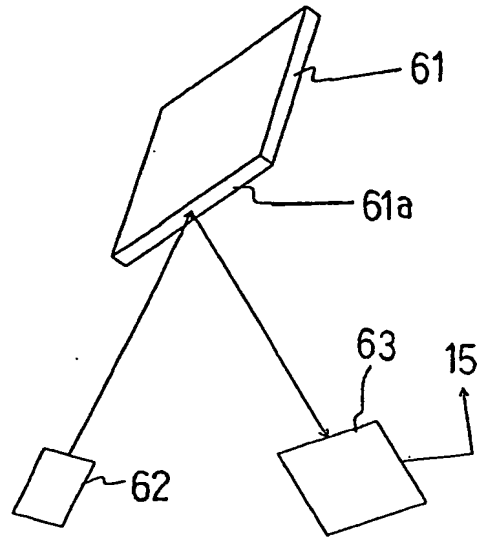


第 5 図

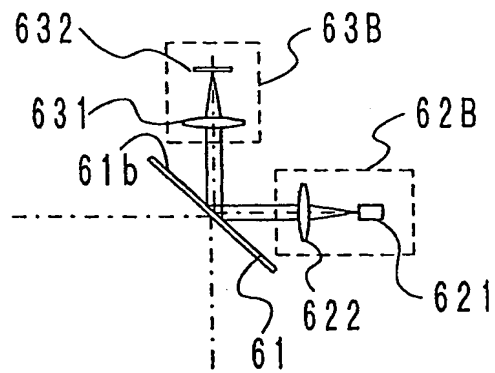


第 6 A 図

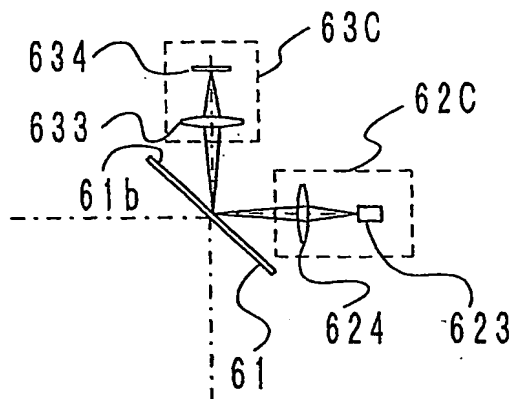
6/12



第 6 B 図

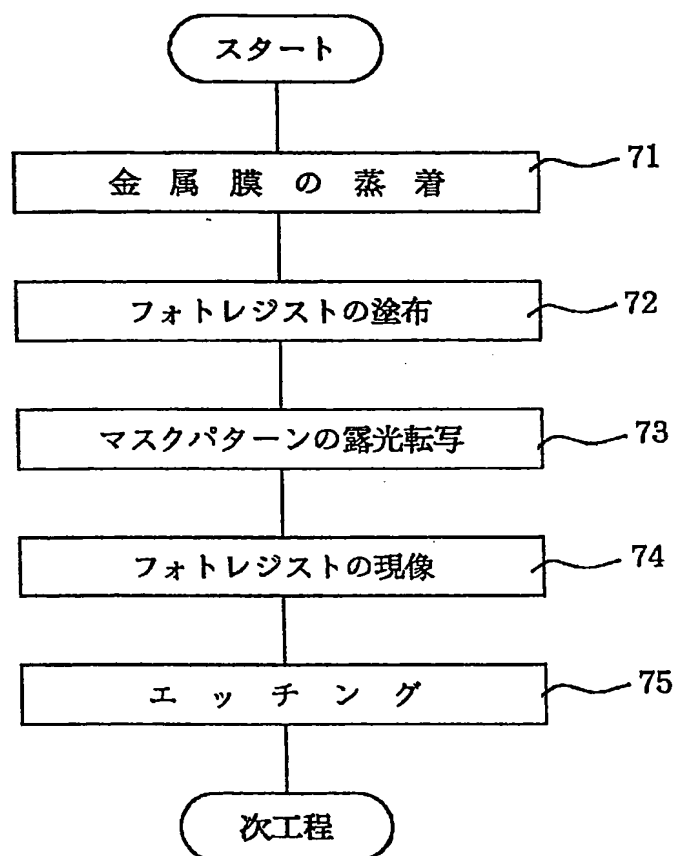


第 6 C 図

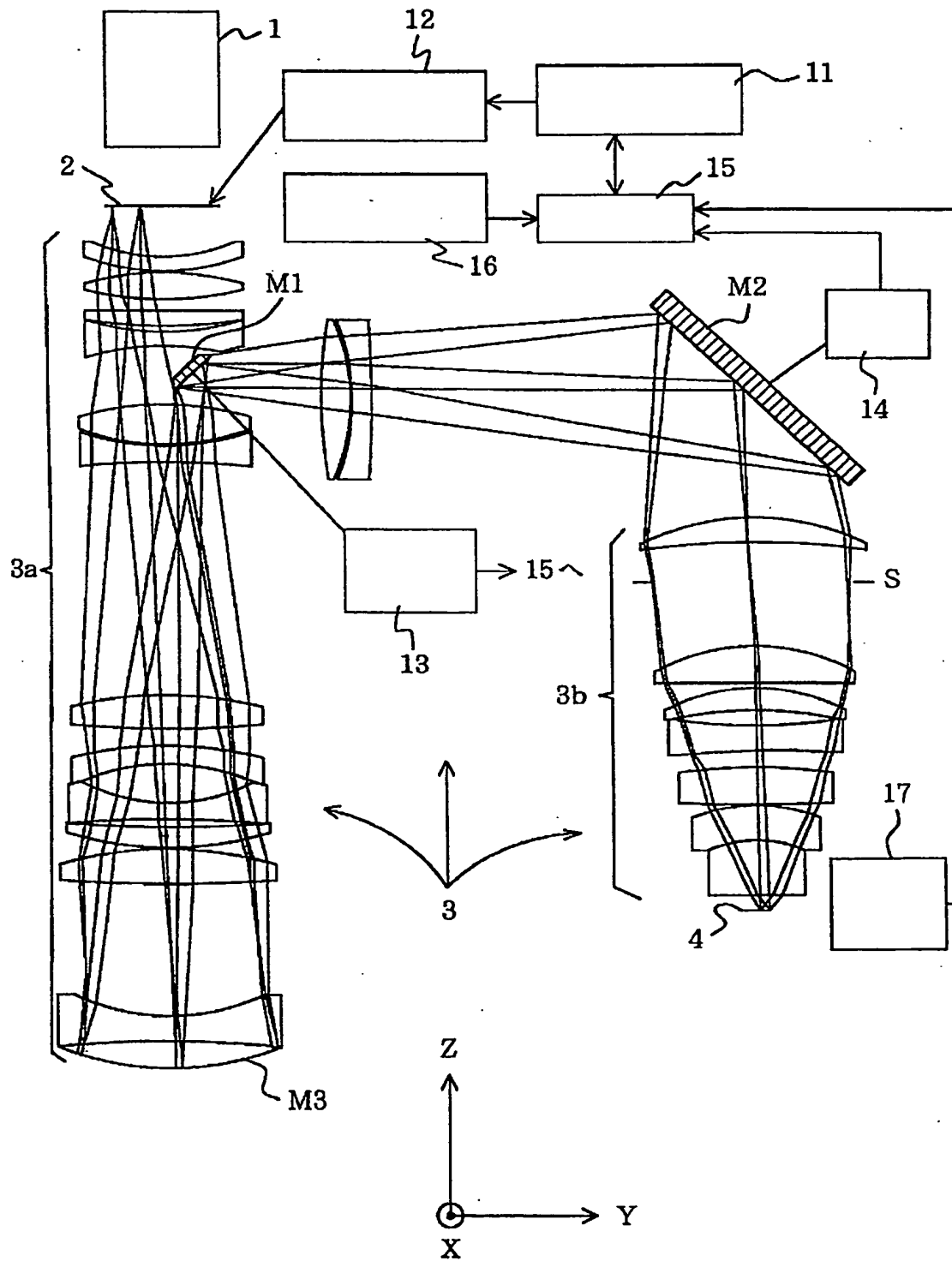


7/12

## 第 7 図

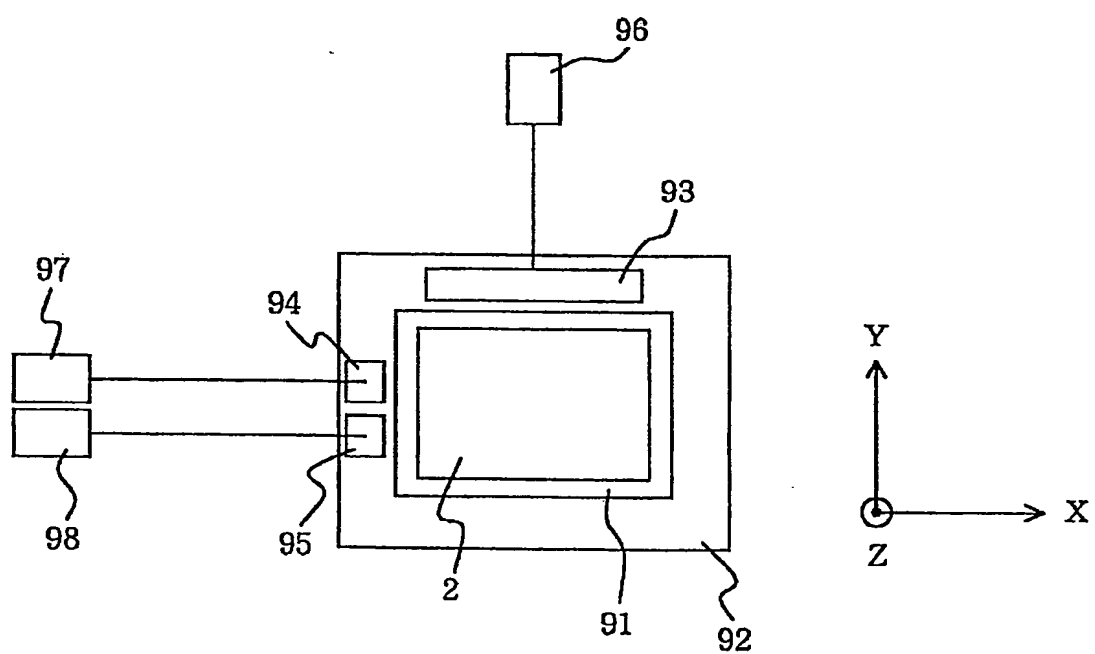


第 8 図



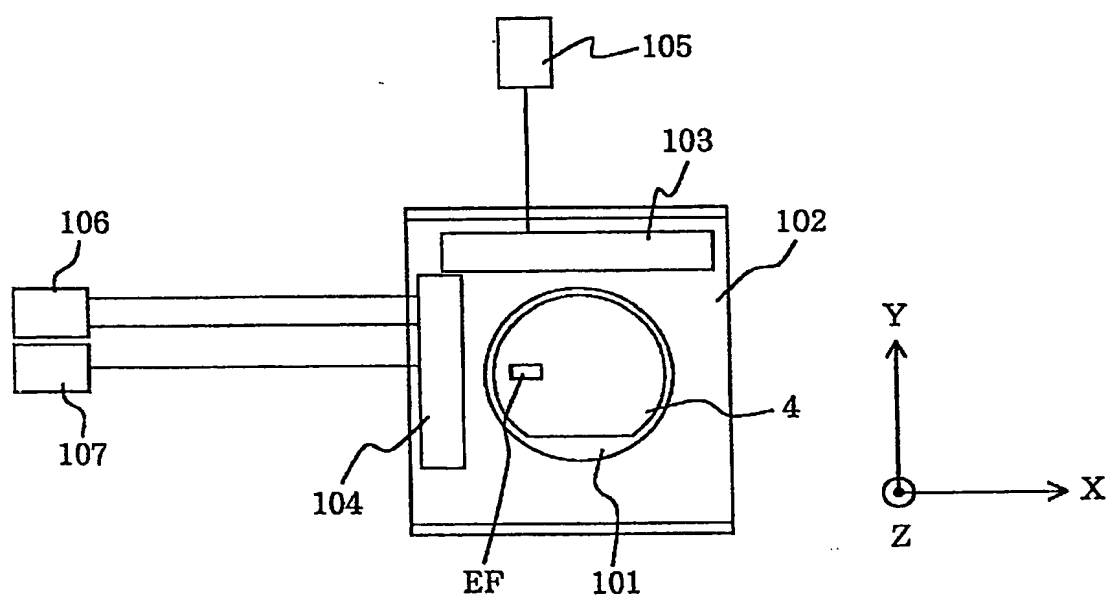
9/12

第 9 図



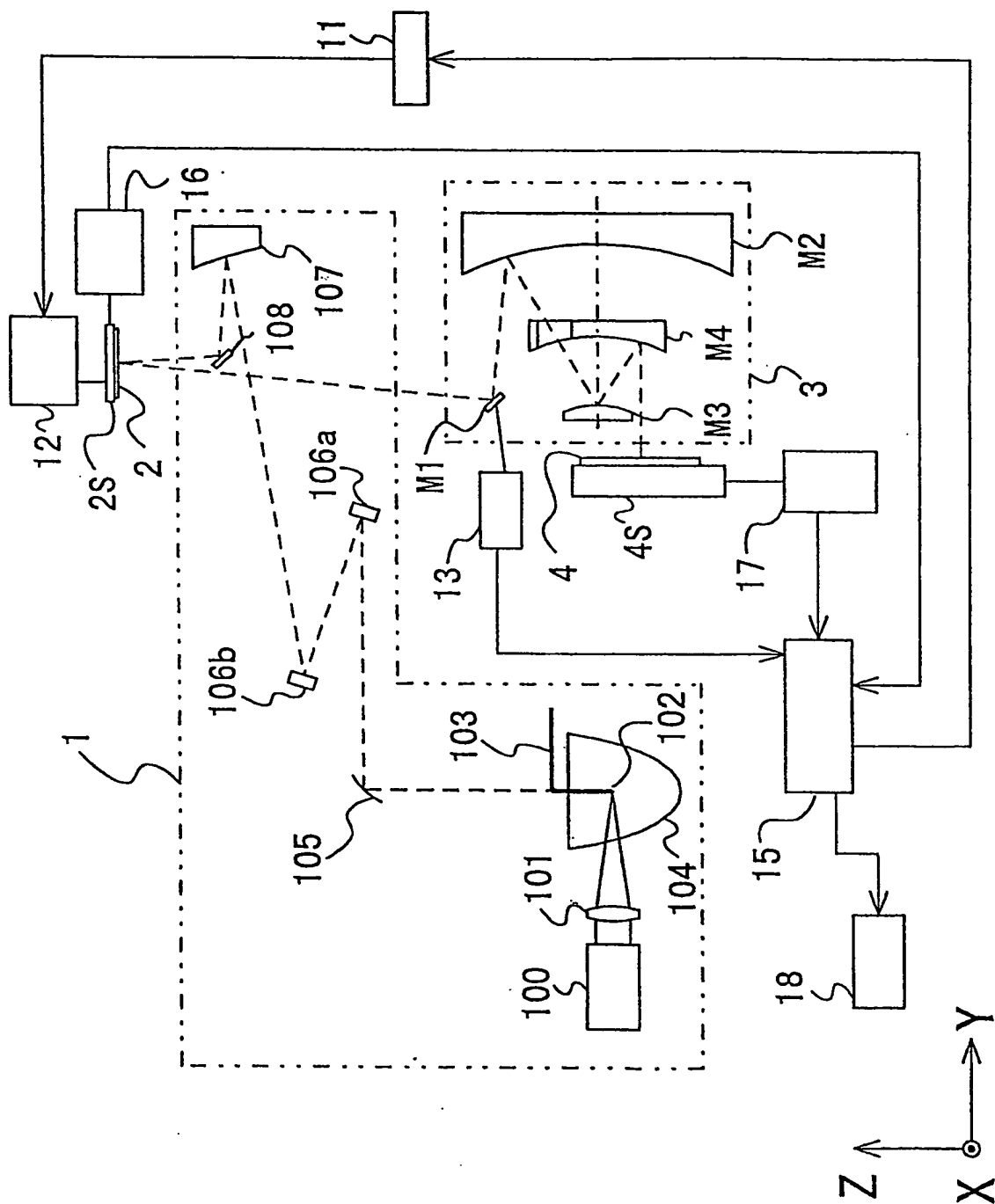
10/12

第 10 図



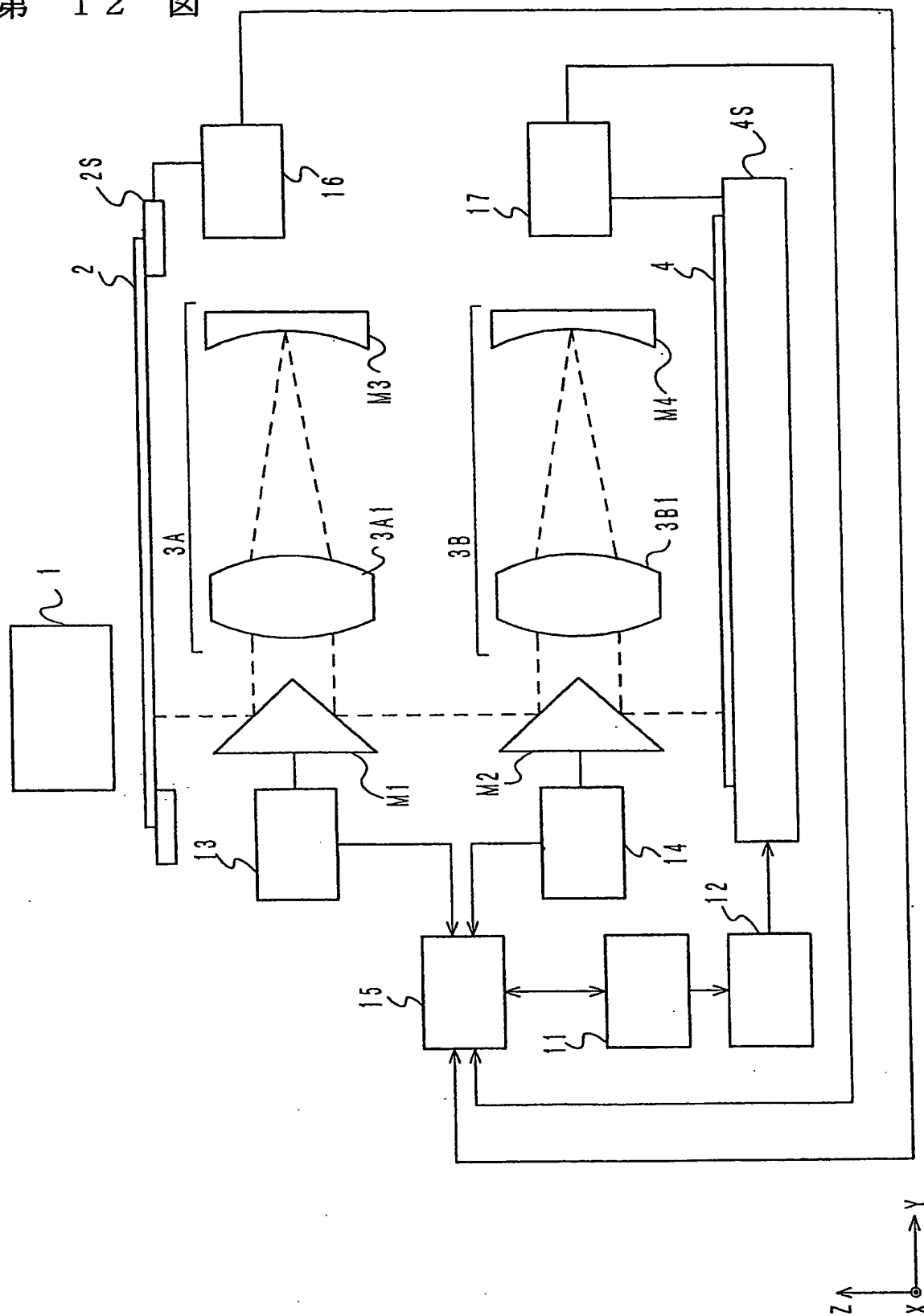


第 11 図



12/12

第 12 図



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/JP99/01054

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
Int.Cl<sup>6</sup> H01L21/027, G03F7/20

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
Int.Cl<sup>6</sup> H01L21/027, G03F7/20

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-1999  
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-1999 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-1999

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP, 7-52712, B2 (Toshiba Corp.), 5 June, 1995 (05. 06. 95), Full text ; all drawings (Family: none)	1-23
A	JP, 7-72393, A (Nikon Corp.), 17 March, 1995 (17. 03. 95), Full text ; all drawings (Family: none)	1-23
A	JP, 7-335525, A (Nikon Corp.), 22 December, 1995 (22. 12. 95), Full text ; all drawings & US, 5729331, A	1-23
A	JP, 8-17720, A (Nikon Corp.), 19 January, 1996 (19. 01. 96), Full text ; all drawings (Family: none)	1-23

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>"&amp;" document member of the same patent family</p>
--	---

Date of the actual completion of the international search  
26 May, 1999 (26. 05. 99)

Date of mailing of the international search report  
8 June, 1999 (08. 06. 99)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))  
Int. Cl<sup>8</sup> H01L21/027, G03F7/20

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))  
Int. Cl<sup>8</sup> H01L21/027, G03F7/20

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年  
日本国公開実用新案公報 1971-1999年  
日本国登録実用新案公報 1994-1999年  
日本国実用新案登録公報 1996-1999年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	J P, 7-52712, B2 (株式会社東芝), 5. 6月. 1995 (05. 06. 95), 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-23
A	J P, 7-72393, A (株式会社ニコン), 17. 3月. 1995 (17. 03. 95), 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-23
A	J P, 7-335525, A (株式会社ニコン), 22. 12月. 1995 (22. 12. 95), 全文, 全図 & US, 5729331, A	1-23

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

\* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日  
26. 05. 99

国際調査報告の発送日  
08.06.99

国際調査機関の名称及びあて先  
日本国特許庁 (ISA/J P)  
郵便番号100-8915  
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)  
藤田 年彦 印

2M 9022

電話番号 03-3581-1101 内線 3274

C (続き). 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	J P, 8-17720, A (株式会社ニコン), 19. 1月. 19 96 (19. 01. 96), 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-23